आपटे बंधू स्मृति व्याख्यानमाला

पुष्प दहावे

शुक्रवार दि. १७ सप्टेंबर १९९३

कीटकांची भाषा



डॉ. दत्तात्रय नाईक



मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभाग

मूल्य रु. १०.०

आपटे बंधू स्मृति व्याख्यानमाला
पुष्प १० वे
१७ सप्टेंबर, १९९३

कीटकांची भाषा
डॉ. दत्तात्रय नाईक

प्रकाशक :
डॉ. माधव पेंडसे
कार्यवाह
मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभाग
टिळक स्मारक मंदिर
पुणे ४११ ०३०

मुद्रक :
साप्ताहिक मुद्रण
१०२५, सदाशिव पेठ
पुणे ४११ ०३०

पार्श्वभूमी

मराठी विज्ञान परिषदेने १९६७ साली जन्म घेतला. मातृभाषेतून विज्ञानाचा प्रसार करण्याची जरूरी लक्षात घेऊन त्या दिशेने धडपड करणारे कार्यकर्ते त्या पूर्वीही होतेच. अशा मंडळींमध्ये प्रा. सखाराम विनायक आपटे आणि डॉ. मल्हार विनायक आपटे ह्या आपटे बंधूंच्या कार्याचा आपल्याला विशेष उल्लेख करावा लागेल. मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभागाने त्यांच्या आदरणीय स्मृतीला अभिवादन म्हणून १९८४ पासून व्याख्यान व त्यावर आधारित पुस्तिकेचे प्रकाशन असा उपक्रम सुरू केला आहे. आपटे बंधूंचे तृतीय बंधू श्री. गजानन विनायक आपटे ह्यांचे आर्थिक साहाय्य ह्या उपक्रमासाठी लाभले आहे, हे येथे आवर्जून सांगितले पाहिजे.

ह्या मालिकेतील हे दहावे पुष्प. विषय आहे कीटकांची रासायनिक सांकेतिक भाषा.

बहुतेक प्राणी कळप करून राहतात. अर्थातच कळपातील सर्वच प्राणी एकमेकांवर अवलंबून असतात. प्रत्येक कळपाला काही शत्रूही असतात. प्राणी लहान असोत वा मोठे. द्विपाद असोत, चतुष्पाद असोत वा षट्पाद. उडणारे असोत वा सरपटणारे. जीवनसंघर्षातून त्यांची सुटका नाही. ह्या संघर्षात यशस्वी व्हायचे असेल तर स्वजातीय प्राण्यांशी संपर्क ठेवणे भाग आहे. निसर्गानेही प्रत्येक जातीच्या प्राण्यांना त्यांच्या जरुरीप्रमाणे, सोईप्रमाणे संपर्कमाध्यमे बहाल केली आहेत. कीटकांच्या अफाट पसाऱ्यात तऱ्हेतऱ्हेचे कीटक निरनिराळे संपर्कसंकेत वापरतात. त्यातील गंधयुक्त रसायनांच्या वापराची तोंडओळख करून घ्यायचा हा प्रयत्न आहे.

डॉ. दत्तात्रय नाईक हे ह्या पुस्तिकेचे लेखक. पुण्यातील महाराष्ट्र विज्ञानवर्धिनीच्या आघारकर संशोधन संस्थेत ते रसायनविज्ञान विषयात संशोधन करतात. रसायनांचा वापर करून कीटकनियंत्रण कसे करता येईल हा त्यांच्या संशोधनाचा विषय आहे. रसायने वापरून पर्यावरणाला धोका होऊ नये ह्याबद्दल काही करता येईल का हा त्यांचा ध्यास आहे. त्यातून त्यांना मिळालेल्या माहितीचा काही भाग ह्या पुष्पाच्या प्रकाशनाच्या निमित्ताने त्यांनी परिषदेसाठी संकलित केला आहे. ह्या पुस्तिकेसाठी आकृत्या काढल्या आहेत श्री. सुनील देशपांडे ह्यांनी.

माधव पेंडसे
कार्यवाह
मराठी विज्ञान परिषद, पुणे विभाग

दि. १७ सप्टेंबर, १९९३
टिळक स्मारक मंदिर

अनुक्रमणिका

कीटकांनाही भाषा असते

भाषा ही निसर्गाकडून मानवाला मिळालेली एक उपयुक्त देणगी आहे. भाषेमुळे आपण एकमेकांशी बोलू शकतो, मनातले विचार दुसऱ्याला सांगू शकतो, दुसऱ्यांचे विचार समजावून घेऊ शकतो. भाषेच्या मदतीनेच आपल्याला आपल्या गरजा, अडचणी किंवा आदेश इतरांपर्यंत पोहोचविता येतात. त्यामुळे जीवनात केवढी तरी सुलभता येते. क्षणभर थांबून विचार केला की आपल्याकडे भाषेची सोय नसती, तर काय झाले असते ? उत्तर देणे खरेच कठीण जाईल.

एखादा चाणाक्ष माणूस ह्या प्रश्नाचे उत्तर "मी खुणांच्या साहाय्याने इतरांशी संवाद साधेन" असे देईल. पण काय हो, खुणा करणे आणि त्यांचा अर्थ समजणे ही देखील एक प्रकारची भाषाच नाही का ? "कुणाशीही बोलायचे नाही, काहीही लिहायचे नाही, खुणाही करायच्या नाहीत, कसलाही संवाद न साधता फक्त आपापले जीवन शांतपणे जगत रहायचे" असा आदेश जर कुणी आपल्याला दिला तर आपण त्याचे पालन करू शकू का ? आणि जर ह्या आदेशाचे पालन करणे आपल्याला भाग पाडले गेलेच, तर आपण जगू तरी शकू का ?

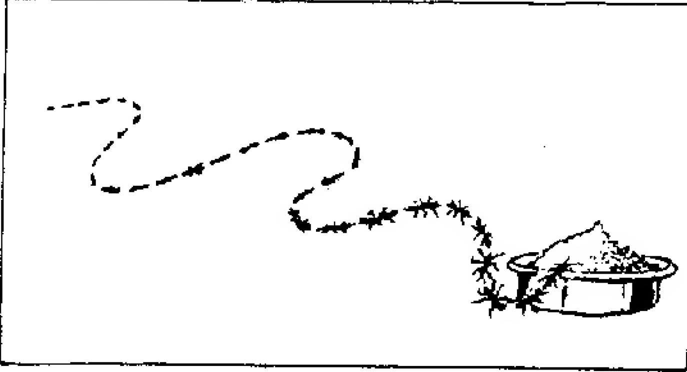
जगण्यासाठी जर माणसाला भाषा इतकी आवश्यक असेल, तर माणसाप्रमाणे इतरही प्राण्यांना भाषा असणे स्वाभाविक नाही का ? गाय हंबरते, मांजर म्यॉंव म्यॉंव करते, कुत्रा भुंकतो, वाघ डरकाळी फोडतो किंवा सिंह गर्जना करतो, ह्यांसारखी अनेक उदाहरणे देऊन इतर प्राण्यांनाही भाषा असते, अशी आपण पुष्टी देऊ शकतो. पण थोडे पुढे जाऊन विचार केला, तर निसर्गात असे असंख्य सजीव दिसतील की त्यांना 'भाषा' आहे की नाही ह्याचा खरोखरच प्रश्न पडावा. आकाराने लहान असणारा पण प्राणीसृष्टीतील महत्त्वाचा; इतकेच नव्हे, तर सर्वात मोठा घटक असणारा, कीटकवर्ग आपण ह्यासाठी नजरेसमोर आणू.

गादीत सापडणाऱ्या ढेकणांना भाषा असेल का ? घरामधली झुरळे एकमेकांशी बोलत असतील का ? मुंग्या, माशा आपापसात गप्पा मारत असतील का ? सभोवताली असणाऱ्या फुलांमधील मकरंदाबद्दल मधमाशा हितगुज करत असतील का ? "आपल्या समूहावर हल्ला होत आहे, सावध रहा" असा इशारा एखादा जागरूक कीटक इतरांना देऊ शकेल का ? इतकेच

नव्हे, तर एखादा 'बयात' आलेला कीटक आपल्या साथीदाराला 'साद' घालू शकेल का ?

वरवर गमतीदार वाटणारे असे काही प्रश्न तुम्हालाही पडले असतील. अशा प्रश्नांकडे काहीजण शांतपणे दुर्लक्ष करतात. "ह्यांच्याशी माझा काय संबंध ?" असेही म्हणतात. तर काहीजण "आपल्याला ह्या गोष्टी नाही बुवा उमगत !" अशी स्पष्ट कबुली देऊन हार स्वीकारतात. पण असे करणे म्हणजे वैज्ञानिक दृष्टिकोणाशी फारकत घेणे नाही का ? त्यापेक्षा आपण ह्या प्रश्नांची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न करू या. त्यासाठी सभोवताली नेहमी दिसणाऱ्या कीटकांचे बारकाईने निरीक्षण करू या.

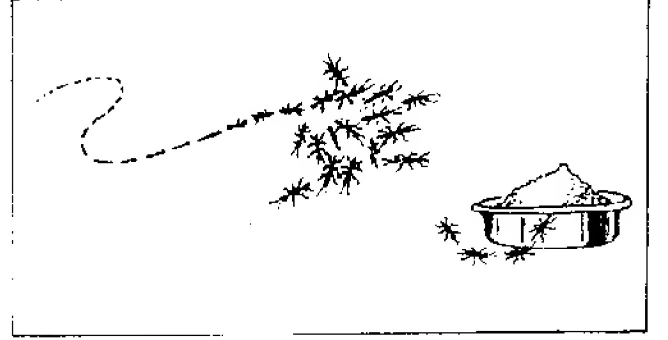
स्वयंपाकघरात एखाद्या गोड पदार्थाला मुंग्या लागलेल्या दिसतात. तेथे आपल्याला पहिले निरीक्षण करता येईल (आकृती १). नीट पाहिले



१. मुंग्यांची रांग

तर एक गोष्ट आपल्या ताबडतोब लक्षात येते. मुंग्या त्यांच्या वसाहतीपासून पदार्थापर्यंत एकामागोमाग एक, नागमोडी वळणे घेत, शिस्तीत रांगेने जात असतात. एखादी चुकार अथवा बंडखोर मुंगी निराळ्याच मार्गाने चालली आहे, असे कधीही आढळत नाही. रांगेच्या मध्येच आपण जर बोटाने अथवा रुमालाने एखाद्या ठिकाणी पुसले तर काय दिसते ? आपण ज्या ठिकाणी पुसले आहे, नेमकी तिथेच ती रांग तुटते. त्याच ठिकाणी आपल्याला आणखीही एक गोष्ट पहावयास मिळते. जिथे रांग खंडित झालेली आहे तिथपर्यंत मुंग्या व्यवस्थित, एकामागोमाग येतात. पण त्या ठिकाणी पोचल्यावर मात्र त्यांचा

गोंधळ उडतो. त्यांचा रस्ता चुकतो. प्रत्येक मुंगी रस्त्याचा शोध घेत घेत वेगळ्याच मार्गाने जाऊ लागते (आकृती २) रांगेत आलेला हा विस्कळीतपणा



२. मुंग्यांच्या रांगेत आलेला विस्कळीतपणा

जाऊन पुन्हा शिस्तबद्ध रांग तयार होईपर्यंत काही वेळ जातो.

कोण सांगते ह्या मुंग्यांना रांगेतूनच जायला ? ज्या मार्गावरून आधीची मुंगी जाते नेमका तोच मार्ग तिच्या मागून येणाऱ्या मुंगीला कसा सापडतो ? ह्यावरून मुंग्यांमध्ये एकमेकांना संदेश देण्याची काहीतरी यंत्रणा आहे, हेच दिसून येत नाही काय ?

आपण दुसरेही एक निरीक्षण करू.

गुलाबजाम किंवा जिलबीसारखा गोड पदार्थ खात असताना साखरेच्या पाकाचा एक थेंब आपल्या मनगटावर पडतो. काही वेळातच तेथे एखादी माशी बसते. माशीच्या स्पर्शाने आपण बेचैन होऊन मनगटाला सौम्यसा झटका देतो. माशी उडून जाते. पण पुन्हा पुन्हा ती बरोबर त्याच जागी येते. इतकेच नव्हे, तर आजूबाजूच्या इतर माशाही आता आपल्या हाताकडे येऊ लागतात. आपले आवडते खाद्य नेमके ह्याच ठिकाणी आहे, हे त्या माशांना कसे समजते ?

तिसरे निरीक्षण आपण अप्रत्यक्षपणे करणार आहोत. त्यासाठी अलीकडेच एका दैनिकात आलेली बातमी आपण बघू (आकृती ३). अशाच बातम्या तुम्हीही अधूनमधून वाचत असाल. एखाद्या माणसाच्या

सकाळ : सोमवार, १२ ऑक्टोबर १९९२ / ६

मधमाश्यांच्या हल्ल्यात कर्मचाऱ्याचा मृत्यू

देहूरोड, ता. ११ (बातमीदार) देहूरोडच्या सेंट्रल ऑर्डनन्स डेपोमधील एका विभागात मधमाश्यांनी एका कर्मचाऱ्यावर शुक्रवारी गंभीर हल्ला चढविल्यानंतर शनिवारी त्याचे निधन झाले.

डेपोतील कर्मचारी आर. रामाराव (वय ५०) हे नेहमीप्रमाणे शुक्रवारी सकाळी आपल्या कार्यालयात गेले असता, तेथे अचानक मधमाश्यांनी त्यांच्यावर हल्ला केला. डेपोतच लगेच प्राथमिक उपचार केल्यानंतर त्यांना तळेगाव येथील जनरल हॉस्पिटलात हलविण्यात आले; परंतु शनिवारी संध्याकाळी साच्या सुमारास त्यांचे निधन झाले.

त्यांच्या अंत्यसंस्कारासाठी देहूरोड येथे आज दुपारी डेपोतील सुमारे एक हजार कर्मचारी, तसेच डेपोचे कमांडंट कर्नल जी. एस. नूर, मेजर एम. सी. जयस्वाल आदी उपस्थित होते. श्री. रामाराव यांच्यामागे पत्नी, दोन मुले व दोन मुली आहेत.

३. एक बातमी

हातून जाणता किंवा अजाणता एखादा दगड मधमाशांच्या पोळ्यावर भिरकावला गेला, तर पोळ्यातील बहुसंख्य माशा दगड मारणाऱ्यावर हल्ला चढवतात. प्रसंगी त्याचा बळीही घेतात. हेच आपले तिसरे निरीक्षण.

त्या माणसाने मारलेला दगड असा कितीसा मोठा असणार? त्याने अशा किती मधमाशा जखमी होणार? 'आपल्यावर कुणीतरी प्रहार केला आहे' हे ह्या जखमी मधमाशांनी इतर मधमाशांना सांगितल्याशिवाय त्यांनी त्या इसमावर हल्ला चढविला असेल काय?

ह्या तिन्ही निरीक्षणांवरून असे सिद्ध होते की, कीटक एकमेकांशी निश्चितपणे संवाद साधू शकतात. त्यांचे निरोप सहकाऱ्यांपर्यंत बिनचूक आणि

विनासायास पोहोचवू शकतात. वेगळ्या शब्दात सांगायचे, तर कीटकांनाही 'भाषा' असते.

खरे तर प्रत्येक प्राणीमात्राला इतरांना, आणि विशेषतः स्वजातीय प्राण्यांना संदेश देण्याची आणि त्यांच्याकडून संदेश घेण्याची आवश्यकता भासणारच. चव, स्पर्श, दृश्य, ध्वनी किंवा गंध ह्या पाच प्रकारांद्वारेच प्राणी ज्ञान प्राप्त करू शकतात. अर्थातच संपर्कसंकेत ज्ञानेंद्रियांद्वारे जाणून घेता येतील अशा स्वरूपाचे हवेत, हे उघडच आहे. कीटकही ह्याला अपवाद नाहीत.

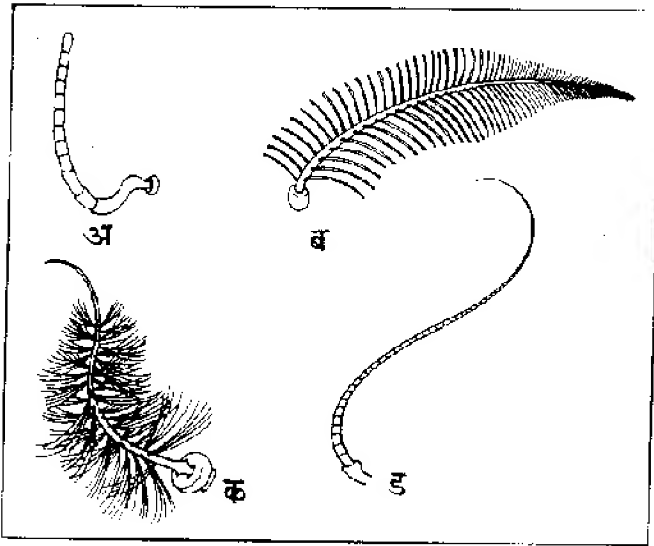
निरनिराळ्या कीटकांमध्ये निरनिराळे संपर्कसंकेत वापरले जातात. काही कीटक आपल्या जोडीदारास स्पर्श करून आपली मीलनोत्सुकता दर्शवतात. काजवे चमचम करतात, हे आपल्याला ठाऊकच आहे. पण ठराविक प्रकारचा प्रकाश विशिष्ट पद्धतीने उत्सर्जित करण्यामागे संदेश देण्याचाच हेतू असतो. रातकिडे पायावर पाय घासून विशिष्ट आवाजात किरकिरतात तोही संदेश देण्याचाच एक प्रकार आहे. पूर्ण वाढ झालेल्या फुलपाखरांच्या अंगावरील मोहक रंगसंगती एकमेकांस आकर्षित करण्यास उपयुक्त असते, हे दृक्-संकेताचे उदाहरण आहे.

इथे मात्र आपण ह्या सर्व प्रकारांच्या तपशीलात न शिरता केवळ गंध भाषेचा विचार करणार आहोत. विशिष्ट हालचालींचा उपयोग मधमाशा संपर्कमाध्यम म्हणून कसा करतात तेही जाता जाता पहाणार आहोत.

• •

संदेशसंप्रेरके

कीटकांच्या जीवनक्रमातील नियमबद्धता, सुसूत्रता, त्यांची संदेश देण्याची क्षमता, ह्यांच्या नोंदी १८व्या शतकापासून घेतलेल्या आढळत असल्या; तरी त्यांच्या भाषेचे गूढ उलगडले ते मात्र विसाव्या शतकातच. वैज्ञानिकांनी जेव्हा वेगवेगळे प्रयोग केले तेव्हा शरीराबाहेर काही रसायने सोडून त्यांच्याद्वारे कीटक एकमेकांना संदेश देतात असे लक्षात आले. ही रसायने अत्यल्प प्रमाणात बाहेर टाकली जातात आणि त्यांना विशिष्ट वास असतो. संदेश देण्यासाठी कीटक जी रासायनिक द्रव्ये वापरतात त्यांना संदेशसंप्रेरके (Semiochemicals) असे म्हणतात. प्रत्येक संदेशसंप्रेरक हे शुद्ध स्वरुपातील एखादे संयुग असते किंवा एकापेक्षा जास्त संयुगांचे मिश्रण वापरले जाते, तेव्हा त्यातील प्रत्येक घटकाचे प्रमाण ठराविकच असते. आपल्या सहकारी कीटकांनी संदेशसंप्रेरकांद्वारे दिलेल्या संदेशाची जाणीव कीटकांना त्यांच्या तोंडापासल्या स्पर्शिकांच्या (Antenna) (आकृती ४)



४. कीटकांच्या स्पर्शिका (अ. मधमाशी, ब. पतंग, क. डास, ड. झुरळ)

मदतीने होते. संदेश संप्रेरकाच्या विवक्षित वासावरून कीटकांना त्याचा अर्थ समजतो.

निसर्गामध्ये खरोखरच हजारो जातींचे कीटक आहेत. पण संदेशसंप्रेरकांद्वारे दिल्या जाणाऱ्या संदेशांची कधीही गफलत होत नाही.

आवश्यक ती संदेशसंप्रेरके बहुतेक वेळेला कीटक स्वतःच्या शरीरातील ग्रंथींच्या स्रावाद्वारे मिळवत असले, तरी त्याचा अर्थ सर्वच संप्रेरके कीटकांच्या शरीरात तयार होतात असा नाही. काही कीटक त्यांच्या खाण्यामधून किंवा अन्य मार्गाने जी रसायने मिळवतात त्यांपैकी काही ते संदेशसंप्रेरक म्हणून वापरतात.

संदेशाच्या प्रकारानुसार संदेशसंप्रेरकांची विभागणी होते. आकृष्ट करणारे (Attractant), दूर जाण्याचा संदेश देणारे (Repellent), माग ठेवणारे (Trail), एकत्र जमण्याचा आदेश देणारे (Aggregation), धोक्याचा इशारा देणारे (Alarm), तसेच मिलनाचा साद घालणारे (Sex), ह्यांसारखे संदेशसंप्रेरकांचे अनेक प्रकार सांगता येतील.

संदेशसंप्रेरकांचे अजूनही एका रीतीने वर्गीकरण करतात.

१. स्वजात्युपयोगी (Pheromones) : फक्त आपल्याच जातीच्या कीटकांसाठी वापरता येणारी संदेशसंप्रेरके. (२) इतरोपयोगीस्वहितकारक (Allomones) : अन्य जातीच्या कीटकांना संदेश देण्यासाठी पण संदेश देणाऱ्या कीटकालाच फायदेशीर असणारी संदेशसंप्रेरके. (३) इतरोपयोगीस्वअहितकारक (Kairomones): अन्य जातीच्या कीटकांना संदेश देण्यासाठी पण संदेश देणाऱ्या कीटकाला हानीकारक संदेशसंप्रेरके.

मुंग्यांची रांग, माशीचे पुन्हा पुन्हा त्याच ठिकाणी बसणे आणि मधमाशांनी चढविलेला हल्ला ह्या आपण पाहिलेल्या उदाहरणांचा संदेशसंप्रेरकांशी असणारा संबंध आता उमजेल.

एखाद्या गोड पदार्थाकडे रांगेत जाणारी मुंगी आपल्या शरीराचा मागचा भाग जमिनीला टेकवत टेकवत पुढे जात असते. असे करत असताना तिच्या शरीरातून स्रवणाऱ्या, माग ठेवणाऱ्या संदेशसंप्रेरकांचे रेणू जमिनीवर सोडले जातात. अर्थातच ज्या नागमोडी वळणांमधून पहिली मुंगी जाते, त्याच वळणांचा माग पाठीमागून येणाऱ्या मुंगीला सहजासहजी सापडतो. मागून येणारी मुंगी तिच्या स्पर्शिकांनी ह्या संदेशसंप्रेरकाचा शोध घेत घेत बरोबर

त्याच वळणांनी जाते. जाताना आपल्या मागच्या मुंगीसाठी माग ठेवणारे संदेशसंप्रेरक नव्याने सोडते. अशा रीतीने सर्व मुंग्या त्याच नागमोडी मार्गावरून जातात. जेव्हा हा माग पुसला जातो तेव्हा त्या ठिकाणचे संदेशसंप्रेरकाचे रेणू काढून टाकले जातात, त्यामुळे मागच्या मुंग्यांना माग समजत नाही. त्यांचा गोंधळ उडतो आणि त्या इतस्तत: फिरू लागतात.

अशाच तऱ्हेने हातावरील साखरेच्या पाकाच्या थेंबावर पुन्हा पुन्हा येणाऱ्या संदेशसंप्रेरक विचारात घेतले तर ती माशी, आणि इतरही माशा बरोबर नेमक्या ठिकाणी कशा जातात, हे उलगडते.

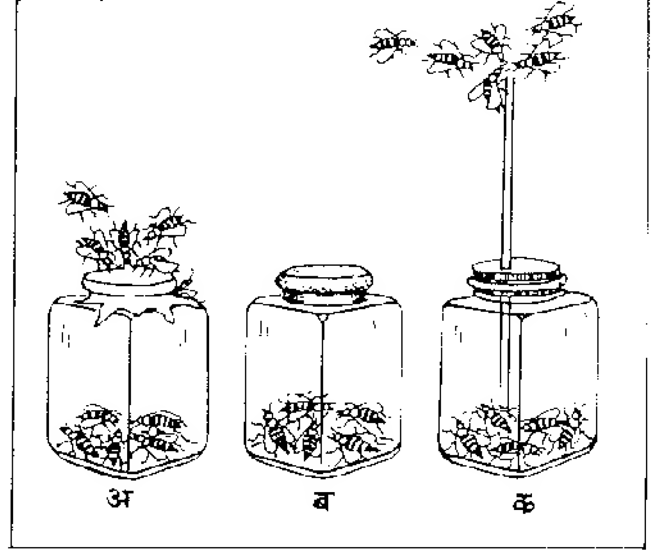
मधमाशांच्या पोळ्यावर जेव्हा दगड मारला जातो तेव्हा प्रत्यक्ष जखमी होणाऱ्या मधमाशांना धोक्याची जाणीव होते. इतकेच नव्हे, तर आलेला दगड कुठून आला असेल ह्याची जाणीवही त्यांना होते. आपल्याला इजा करणाऱ्यावर तर त्या हल्ला चढवतातच, पण "ह्या माणसापासून धोका आहे, ह्यावर चढाई करा" हा इशाराही संदेशसंप्रेरकांद्वारे त्या इतर मधमाशांना देतात. पाहता पाहता दगड मारणाऱ्याची त्रेधा तिरपीट उडते.

• •

संदेशसंप्रेरकांविषयी काही प्रयोग :

एखादे नैसर्गिक सत्य समजले की खरा वैज्ञानिक त्याची खातरजमा अनेक प्रयोगांनी करतो. संपर्कमाध्यम म्हणून कीटक संदेशसंप्रेरकांचा उपयोग करतात ही गोष्टही निर्णायक प्रयोग करून पडताळून पहाण्यात आली.

एका काचेच्या बरणीत प्रोमेथिया मॉथ ह्या जातीच्या कीटकांच्या पाच माद्या ठेवण्यात आल्या. बरणीचे तोंड मलमलीच्या कापडाने बंद करण्यात आले. नर कीटकांच्या सान्निध्यात ही बरणी ठेवली तेव्हा बरणीच्या तोंडाशी नर कीटक आकृष्ट झालेले दिसले (आकृती ५).



५. प्रोमेथिया मॉथ जातीच्या कीटकांवरील प्रयोग

ह्याच बरणीचे तोंड जेव्हा प्लास्टर ऑफ पॅरिसने बंद करून आतली हवा आणि बाहेरची हवा यांचा संपर्क रहाणार नाही अशी काळजी घेतली, तेव्हा डोळ्यांना काचेतून माद्या दिसत असूनही बरणीकडे एकही कीटक फिरकला नाही. (आकृती ५ ब) प्रयोगाच्या तिसऱ्या टप्प्यात बरणीवर एक उंच नळी बसविण्यात आली. बरणीमधील हवा ह्या नळीच्या वरच्या वरच्या टोकाकडूनच बाहेर पडू शकत होती. ही बरणी नर-कीटकांच्यामध्ये

ठेवली, तेव्हा ते बरणीकडे आकृष्ट न होता नळीच्या वरच्या टोकाकडे आकृष्ट झाले. (आकृती ५ क) ह्याचा अर्थ माद्या नरांना आकृष्ट करण्यासाठी संदेशसंप्रेरके सोडतात आणि त्याचा वास जेथे येईल तेथेच नर कीटक आकृष्ट होतात.

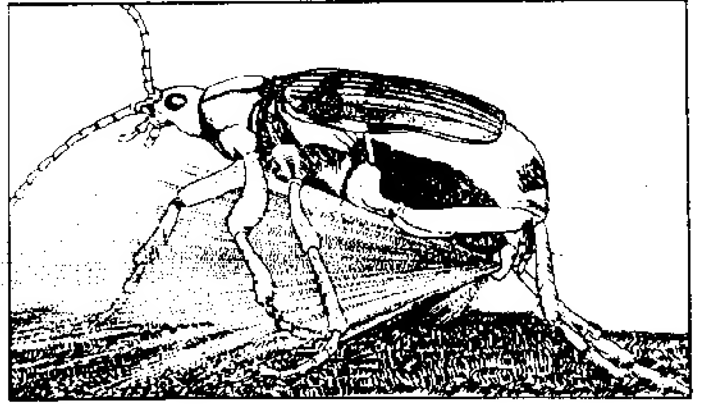
फॅब्रे ह्या फ्रेंच वैज्ञानिकाने अशाच प्रकारचा प्रयोग केला होता. ॲंपरर मॉथ ह्या कीटकाची मादी एका छोट्याशा जाळीच्या पिंजऱ्यात बंद करून तो पिंजरा त्याने आपल्या घरात ठेवला. दिवसभरात जवळ जवळ ४० नर-कीटक मादीचा शोध घेत घरात आल्याची त्याने नोंद केली. त्याहीपेक्षा महत्त्वाचे म्हणजे हा पिंजरा त्याने टेबलाच्या खणात ठेवला. तो पिंजरा आणि त्यातली मादी नरकीटकांना दिसत नव्हती. तरीही नर कीटक मादीचा शोध घेताना फॅब्रेला आढळले. स्वतःच्या अस्तित्वाची सूचना मादी संदेशसंप्रेरकांद्वारेच नरांना देते हेच ह्या प्रयोगांवरून सिद्ध होत नाही काय ? ह्याच कीटकाची मादी जर टिपकागदावर बसली तर तिचे संदेशसंप्रेरक टिपकागदात शोषले जाते. मादी टिपकागदावरून उडून गेली तरीही आजूबाजूला असणारे नर ह्या टिपकागदाकडे आकृष्ट होताना दिसतात.

संदेशसंप्रेरकांचा परिणाम इतक्या सहज रितीने दृश्य स्वरूपात दिसून येतो.

डोळ्यांनी एकमेकास दिसण्यापेक्षा संदेशसंप्रेरकांच्या माध्यमातून मिळणारी सूचना कीटकांच्यासाठी अधिक महत्त्वाची आहे, हे सिद्ध करण्यासाठी रेशमाच्या किड्यावर केल्या गेलेल्या प्रयोगाचाही उल्लेख करता येईल. एका बरणीत काही माद्या ठेवण्यात आल्या. आजूबाजूला जे नर कीटक होते, त्यांच्यापैकी काहींच्या डोळ्यांवर काळ्या रंगाची पुटे चढवून त्यांचे डोळे बंद करण्यात आले, तर काही नर कीटकांच्या स्पर्शिकांवर मेणाचे आवरण देऊन त्यांची फक्त वास घेण्याची क्षमता नाहीशी केली. थोड्या वेळानंतर असे लक्षात आले की डोळे बंद असले तरीही स्पर्शिकांमुळे संदेश मिळाल्यामुळे कीटक बरोबर बरणीच्या तोंडाकडे गेले. ह्याउलट ज्यांच्या स्पर्शिकांवर मेणाचे थर दिले होते, त्या नर कीटकांना समोरच्या बरणीत माद्या दिसत असल्या तरी त्याविषयीचा संदेश मात्र मिळत नव्हता. अर्थात त्यांनी मादी कीटकांच्या अस्तित्वाची साधी दखलही घेतली नाही.

संदेशसंप्रेरकांचे महत्त्व संशोधकांच्या लक्षात येत असताना एका अप्रतिम प्रयोगाद्वारे अमेरिकेतील कॉर्नेल विद्यापीठातील प्रा. थॉमस आइस्नर ह्यांनी संदेश देण्यासाठी कीटक संदेशसंप्रेरके हवेत सोडतात, हे प्रत्यक्षच दाखवून दिले. ह्या प्रयोगासाठी त्यांनी अत्याधुनिक साधनांची अगदी विचारपूर्वक मांडणी केली होती. प्रयोगासाठी त्यांनी बोम्बार्डिअर बीटल जातीचा एक सुदृढ कीटक निवडून तो दोऱ्याला बांधून प्रयोगशाळेत टांगून ठेवला. त्याच्या अगदी जवळ एक शक्तिशाली ध्वनिवर्धक बसवला होता. संदेशसंप्रेरक सोडताना जो काही क्षीण आवाज त्या कीटकाकडून होईल, तेवढाही टिपण्याची क्षमता त्या ध्वनिवर्धकात होती. तेथेच, योग्य तो कोन साधून एक अत्युत्कृष्ट दर्जाचा कॅमेराही बसवला होता. ध्वनिवर्धकाने आवाज ग्रहण केला की नेमक्या त्याच क्षणी कॅमेऱ्याची कळ दाबली जाईल, अशी व्यवस्था करण्यात आली होती.

सर्व यंत्रणा कार्यक्षम असल्याची खात्री करून प्रा. आइस्नर ह्यांनी टांगलेल्या त्या किड्याला तीक्ष्ण सुईचे टोक लावले. क्षणार्धात त्या किड्याने शरिराची मागची बाजू एकदम पुढे वळवली आणि त्यातून स्वतःचे संरक्षण करण्यासाठी तसेच धोक्याचा संदेश आपल्या सहकाऱ्यांना देण्यासाठी संदेशसंप्रेरकाचे फवारे उडवले. जय्यत तयारीत असणाऱ्या ध्वनिवर्धकाने आपले काम चोख बजावले व कॅमेऱ्यास इशारा दिला. त्याबरोबर कॅमेऱ्याने संदेशसंप्रेरकाच्या फवाऱ्याचे उत्कृष्ट छायाचित्र टिपले (आकृती ६).



६. संदेश संप्रेरकाचा फवारा

प्रा. आइस्नर केवळ एवढ्यावरच थांबले नाहीत तर त्यांनी ह्या द्रव्याचा सखोल अभ्यास केला. त्यांना असे आढळले की ह्या किड्याच्या शरीरात मागच्या बाजूस दोन कप्पे असतात. त्यामध्ये वेगवेगळी रसायने साठविलेली असतात. फवारा उडवताना दोन्ही कप्प्यातली ही रसायने मिसळली जातात. त्यामुळे फवारा उष्ण होतो. इतकेच नव्हे, तर तो दाहकही असतो. स्वसंरक्षण करता करतानाच जातीबांधवांना संदेश देण्याची ही निसर्गाची योजना किती विलक्षण आहे !

या गटातील सर्व किडे धोक्याचा संदेश देण्यासाठी संदेशसंप्रेरकाचाच वापर करतात असेही प्रा. आइस्नर ह्यांना दिसून आले. त्यांनी अभ्यासलेल्या बहुतेक सर्व किड्यांमधील संदेशसंप्रेरके क्विनोन्स गटातली होती. ह्या गटातल्या रसायनांना असणारा वास इतर अनेक प्राण्यांना नकोसा वाटतो. त्यामुळे संदेशसंप्रेरके सोडणाऱ्या किड्यांपासून ते दूर जातात आणि संदेशसंप्रेरक सोडणाऱ्या कीटकाचे शत्रूपासून संरक्षण होते.

• •

शरीरात तयार न होणारी संदेशसंप्रेरके

संदेशसंप्रेरक म्हणून वापरली जाणारी सर्वच रसायने कीटक स्वतःच्याच शरीरात तयार करतो असे मात्र नाही. हे विधान प्रथमदर्शनी थोडेसे विचित्रही वाटेल, तथापि, काही उदाहरणांवरून त्याला पुष्टी देता येईल. पतंगवर्गीपैकी काही जातींमध्ये एक गमतीदार प्रकार आढळून येतो. पूर्ण वाढ झाली असली, तरी नराला आकृष्ट करणारे संदेशसंप्रेरक मादी स्वतःच्या शरीरात तयार करू शकत नाही. मग हे संदेशसंप्रेरक मादीच्या शरीरात येते तरी कुठून असा प्रश्न उपस्थित होते.

ह्या कीटकांच्या जीवनक्रमाचा तपशीलवार अभ्यास केला असता, ह्या प्रश्नाचे उत्तर मिळाले. अळीच्या अवस्थेत असताना खाण्यात येणाऱ्या विशिष्ट वनस्पतीमधूनच कीटकाला हे संदेशसंप्रेरक मिळते, असे आढळून आले. हे अनुमान सिद्ध करण्यासाठी वैज्ञानिकांनी एक वेगळीच शक्कल लढविली. ह्या कीटकांची काही अंडी प्रयोगशाळेत जोपासली. त्यातून बाहेर पडलेल्या अळ्यांना नेहमीचा नैसर्गिक आहार न देता वेगळाच पण पौष्टिक आहार, तोही भरपूर प्रमाणात दिला. त्यामुळे अंड्यांपासून निपजलेले कीटक खूपच सशक्त, सुदृढ होते. पण अळीच्या अवस्थेत असताना संदेशसंप्रेरकाचा पुरवठा करणारी ती विशिष्ट वनस्पती त्यांच्या खाण्यात आली नव्हती. मग त्यांच्या शरीरात संदेशसंप्रेरक कुठून येणार ? साहजिकच नर आणि माद्या एकमेकांकडे अजिबात आकृष्ट झाले नाहीत.

कीटकांमधील काही जाती वनस्पतींपासून संदेशसंप्रेरक मिळवतात ह्या गोष्टीचे आणखीही एक उदाहरण देता येईल.

ॲसेसिन बग कीटकाची मादी अंडी घालण्यापूर्वी एका वनस्पतीवर आपले पोट बराच वेळ घासते. त्यामुळे तिच्या पोटावर त्या वनस्पतीमधल्या चिकट पदार्थांचे थर बसतात. ह्या चिकट पदार्थामध्ये कापूरही असतो. जेव्हा मादी प्रत्यक्ष अंडी घालते त्यावेळी मादीच्या पोटाखालील चिकट पदार्थाचा पातळसा थर प्रत्येक अंड्याला लागतो. त्यामुळे कापराचा हलकासा गंध अंड्यांच्या भोवताली दरवळत राहतो. कापराच्या वासामुळे इतर कीटकांना 'इकडे येऊ नका' हा संदेश मिळतो. इतर कीटक अंड्यांच्या आसपासही फिरकत नाहीत, आणि त्यांची ये जा न झाल्याने अंड्यांची संभाव्य हानी टळते.

भाषा ही केवळ ध्वनीच्या अथवा खाणाखुणांच्या स्वरूपातच नसते. शब्दांच्या पलीकडे असणारी केवळ गंधावर आधारित भाषा असते ह्यावर आपला विश्वास तरी बसला असता का ? पण सजीव प्राण्यांमधील संख्येने मोठा असणारा कीटक गट गंधभाषाच वापरतो.

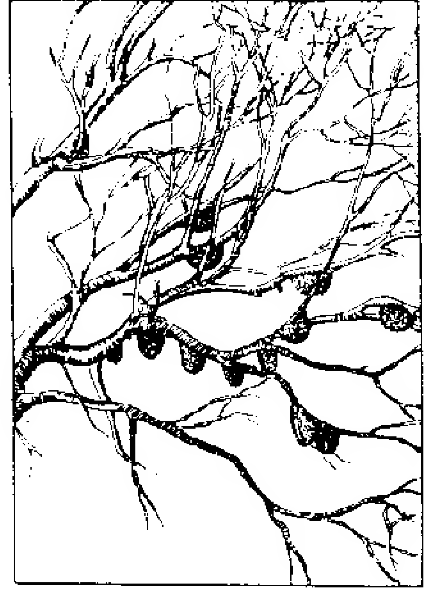
कीटकांपैकी काही मानवजातीचे मित्र आहेत, तर काही शत्रू. मित्रकीटकांमध्ये मधमाशांचा आवर्जून उल्लेख करावा लागेल. त्या गंधभाषा कशी वापरतात ह्याचा आपण थोड्या अधिक तपशीलात जाऊन परिचय करून घेऊ.

• •

मधमाशांची भाषा

कीटक म्हणजे उपद्रवी प्राणी ही कल्पना आपल्या मनात इतकी पक्की रुजली आहे, की आपल्यापैकी काहीजण मधमाशीला सुद्धा उपद्रवी कीटकच समजतात. कारण मधमाशी म्हटले की आपल्याला आठवतो तो तिचा दंश. पण काही कारणपरत्वे मधमाशी जरी डसत असली, तरी फुलातला मकरंद गोळा करणे, मेणाची निर्मिती करणे, आणि पिकांमध्ये आणि इतर वनस्पतींमध्ये परागीभवन घडवून आणणे ही कामे देखील ती करीत असते. म्हणून तिची गणना आपण उपयोगी कीटकांमध्ये करायला हवी. मधमाशांच्या एकंदरीत जीवनक्रमाचा खूप अभ्यास झाला आहे, तो ह्याच कारणामुळे; आणि मधमाशांच्या भाषेचा अभ्यासही इतर कीटकांच्या मानाने म्हणूनच जास्त झालेला आहे.

मधमाशा एकट्या दुकट्या कधीच रहात नाहीत. त्या नेहमी समूह करून राहतात (आकृती ७ व ८).



७. मधमाशांच्या नैसर्गिक वसाहती (पोळी)



८. मधमाशांच्या कृत्रिम वसाहती (पेट्या)

त्यांच्या अेका वसाहतीत साधारणपणे दहा ते पंधरा हजार कामकरी माशा, थोड्याशा नरमाशा आणि एकुलती अेक राणीमाशी असते. वसाहतीमधल्या कामांची व्यवस्थित विभागणी झालेली असते. त्यामुळे वसाहतीतल्या सर्वच माशा आपापले काम चोख बजावत असतात. सर्वच कामांची जुळणी बिनबोभाट पार पाडावी लागते. त्यासाठी एकमेकांशी संपर्क ठेवणे अपरिहार्य असते. मधमाशांमधली संदेशाच्या देवाणघेवाणाची क्षमता खूपच विकसित झालेली आहे. ह्यासाठी संदेशप्रेरकाचा वापर तर मधमाशा करतातच, पण नृत्यसदृश वैशिष्ट्यपूर्ण हालचालींचाही वापर त्या करतात.

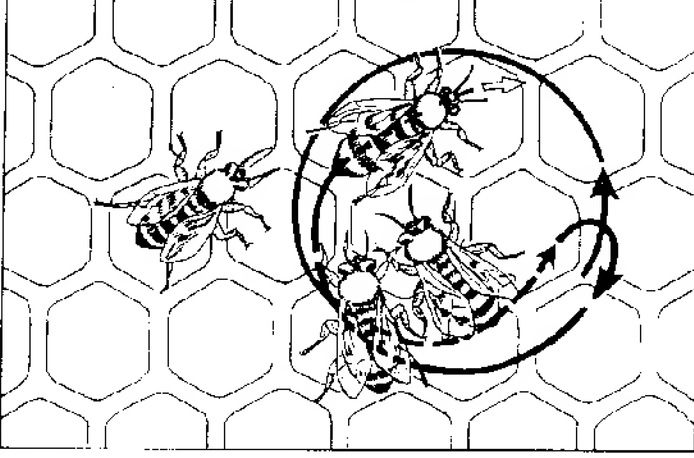
वसाहतीमधल्या सर्वच कामकरी माशा जर स्वतंत्रपणे पराग आणि मकरंद शोधण्यासाठी प्रयत्न करु लागल्या तर वेळेचा आणि श्रमाचा अपव्यय जास्त आणि मकरंदाची आवक कमी अशी विचित्र परिस्थिती निर्माण झाली असती. असला आतबट्ट्याचा व्यवहार मधमाशा कधीच करत नाहीत. आपले श्रम वाया जाऊ नयेत, आपला मार्ग चुकू नये, मकरंदाचा साठा घेऊन फुलोरा स्वागतासाठी कुठे सज्ज आहे हे आपल्या सहकारी कामकरी माशांना व्यवस्थित सांगावे असा त्यांचा प्रयत्न असतो. आणि त्यांचा हा प्रयत्न सफल व्हावा यासाठी त्यांच्या उपयोगी पडणारी अेक आगळीच पद्धत मधमाशांमध्ये आढळते.

प्रत्यक्ष अन्नपाणी गोळा करण्याच्या उद्योगास लागण्याआधी काही मोजक्या माशा वसाहतीच्या आसपासच्या परिसराचे निरीक्षण करतात. सर्वसाधारणपणे हा परिसर अेक किलोमीटरपर्यंतच्या त्रिज्येच्या असू शकतो. ह्या परिसरात उपलब्ध असणारे खाद्य नेमके कोणत्या दिशेला उपलब्ध आहे, कोणत्या प्रतीचे आणि कशा प्रकारचे आहे अशी सर्व माहिती ह्या माशा गोळा करतात. अशा माशांना टेहळणी करणाऱ्या माशा (Scout bees) असे म्हणतात. आपले टेहळणीचे काम संपवून त्या परत आल्यानंतर वसाहतीच्या वरच्या बाजूला येतात. त्यांना मिळालेली माहिती इतर सहकारी माशांपर्यंत पोहोचवणे त्यांच्या दृष्टिने क्रमप्राप्तच असते. तथापि ह्यासाठी त्या संदेशसंप्रेरकांचा उपयोग करत नाहीत. संदेशसंप्रेरकांच्या भाषेव्यतिरीक्त आणखी अेका भाषेची सोय त्यांच्यासाठी निसर्गाने केली आहे. त्यांना अवगत असणारी ही भाषा वैशिष्ट्यपूर्ण, लयबद्ध, असणाऱ्या हालचालींची असते. त्यांच्या ह्या हालचालींना ' माहिती नृत्य ' (Information Dance) अशी संज्ञा आहे.

मधमाशांच्या अशा अर्थगर्भ नृत्याची नोंद पहिल्यांदा स्पिट्झनर ह्यांनी १७८८ मध्ये केली. पुढे कालांतराने जर्मन संशोधक फॉन फ्रिश ह्यांनी विषयावर तपशीलवार संशोधन केले. त्यांचा ह्या विषयासंबंधीचा अभ्यास जवळजवळ दोन तपे चालला होता, हे समजले की त्यांचे संशोधन किती सखोल असेल, त्याची कल्पना येईल. त्यांच्या अभ्यासामुळेच आपल्याला मधमाशांच्या नृत्यभाषेची माहिती मिळाली. ह्या अत्युत्कृष्ट, दर्जेदार संशोधनाबद्दल १९७३ सालचे नोबेल पारितोषिक देऊन फॉन फ्रिश ह्यांचा गौरवही करण्यात आला.

टेहळणी पथकातील कामकरी माशा त्यांना काय संदेश द्यायचा आहे त्याला अनुसरून दोन प्रकारची नृत्ये करु शकतात. वर्तुळाकार नृत्य आणि इंग्रजी आठ आकड्याप्रमाणे नृत्य असे हे दोन प्रकार आहेत.

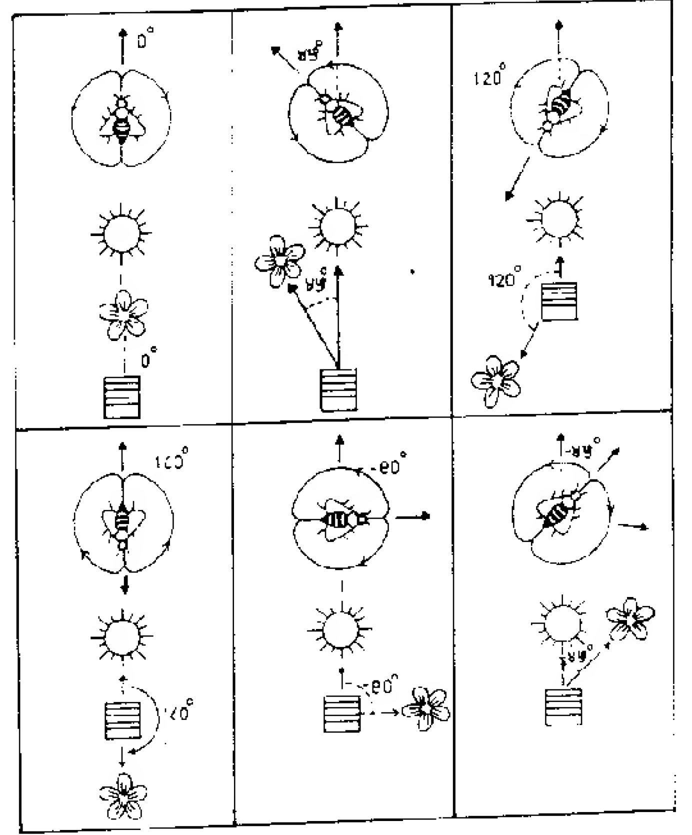
वर्तुळाकार नृत्यात बाहेरून माहिती गोळा करून आलेली माशी गोलगोल फिरते. एक किंवा दोन प्रदक्षिणा एकाच दिशेने घातल्यानंतर ती थबकते. काही क्षण थांबते, तोंड फिरवते आणि थोडीशी दिशा बदलून उलट्या दिशेने प्रदक्षिणा घालते. अशा तऱ्हेने ती भराभर उलटसुलट दिशेने फिरत रहाते (आकृती ९). दोन विरुद्ध दिशांच्या वर्तुळांमधे जो कोन केला



९. मधमाशीचे वर्तुळाकार नृत्य

जातो, त्यावरून इतर कामकरी माशांना अन्न लांब असेल तर वर्तुळाकार मार्गांचा एकमेकाशी होणारा कोन जास्त असतो.

जसजसे वसाहत आणि अन्नाचा साठा ह्यांमधील अंतर वाढत जाते, तसतसा दोन वर्तुळाकार मार्गांमधील कोन वाढत जाऊन नृत्याचा मार्ग इंग्रजी आठ ह्या आकड्याप्रमाणे होतो. ह्या प्रकारात एका दिशेने अर्धगोलाकार फिरून झाल्यानंतर मधमाशी थोडे अंतर सरळ चालते आणि दुसऱ्या दिशेने अर्धगोलाकार फिरते. दोन उलटसुलट आवर्तनांमधे सरळ रेषेत चालत असताना ती शरीराला हिसके देते. ठराविक वेळेत किती कंपने झाली ह्यावरून तिच्या इतर सहकारी माशांना अन्नाचा साठा किती दूर आहे हे समजते. कंपने जितकी कमी, तितके अन्न दूर अंतरावर असते. ह्याउलट कंपने जितकी जास्त, तितके अन्न कमी अंतरावर असते, असा संकेत असतो. नृत्याच्या आवर्तनांच्या वेगाने मकरंदाच्या प्रतीची माहिती पुरविली जाते. प्रदक्षिणा जितक्या वेगाने घातल्या जातील तितकी मकरंदाची प्रत उत्तम असा अर्थ निघतो (आकृती १०).



१०. मधमाशीचे इंग्रजी आठ आकड्याप्रमाणे नृत्य

अन्न वसाहतीच्या कोणत्या दिशेला आहे, हे दर्शविण्यासाठी वसाहतीपासून सूर्याची दिशा आणि वसाहतीपासून अन्नाची दिशा ह्या दोहोत किती अंशाचा कोन होतो, ते टेहळणी करणाऱ्या माशांच्या उपयोगी पडते. दोन अर्धवर्तुळाकार नृत्यांच्या मधल्या सरळ रेषेच्या मार्गावर त्या डोके वर ठेवून चालत गेल्या, तर ज्या दिशेला सूर्य आहे, त्याच दिशेला अन्न असल्याचा संदेश असतो. अन्न सूर्याच्या डाव्या बाजूस जितक्या कोनात असेल तितकाच कोन मधल्या रेषेशी डाव्या बाजूला करून मधमाशा नृत्य करतात आणि अन्न जर सूर्याच्या उजव्या बाजूस असेल तर नृत्य करताना तितकाच कोन मधल्या रेषेशी त्या उजव्या बाजूला करतात.

नृत्य करणाऱ्या माशा त्यांनी गोळा केलेल्या मकरंदाचे काही कण नृत्य करता करता शेजारच्या काही दुसऱ्या कामकरी माशांना देतात. त्यामुळे सूर्याच्या दिशेशी विशिष्ट कोन करून आणि वसाहतीपासून किती अंतरावर अन्न आहे तो अंदाज घेऊन अन्न गोळा करण्याच्या कामगिरीवर निघालेल्या कामकरी माशांच्या डोक्यात त्या मकरंदाच्या वासाचाही संदर्भ असतो.

ही सर्व माहिती घेऊन खाद्याच्या दिशेने उडालेली माशी फुलांच्या आकारामुळे आणि रंगामुळे फुलांकडे आकृष्ट होते, आणि अन्नाच्या साठ्यापर्यंत अगदी विनासायास येऊन पोहोचते. फुलात असणारा मकरंद आणि परागकण घेऊन फुलांवरून उडताना कामकरी माशी तिच्या शरीरातील एका विशिष्ट ग्रंथीत तयार होणाऱ्या संदेशसंप्रेरकाचा हलकासा फवारा फुलावर मारते. ह्या ग्रंथीला नासोनॉव्ह ग्रंथी असे म्हणतात. संदेशसंप्रेरकांची निर्मिती हे त्या ग्रंथींचे कार्य असते हे झुबारेफ ह्यांनी १८८३ मध्ये दाखवून दिले. ह्या ग्रंथीत तयार होणाऱ्या रसायनांच्या गंधामुळे 'तुमच्या उपयोगाचा पदार्थ येथे आहे' असा संदेश इतर कामकरी माशांना मिळतो. ह्या संदेशामुळे नंतर आलेली कामकरी माशी नेमकी त्याच फुलाकडे जाते आणि आपले खाद्य मिळवते. मिळवलेला अन्नाचा संग्रह घेऊन आपल्या वसाहतीकडे निघण्यासाठी फुलावरून उडताना तीही आपल्यानंतर येणाऱ्या कामकरी माशीसाठी नासोनॉव्ह ग्रंथीतल्या द्रवाचा फवारा मारते.

मधमाशांना पाण्याचीही जरुरी असते. बराच काळ पाणी उपलब्ध झाले नाही तर मधमाशांवर त्याचा विपरित परिणाम होऊ शकतो. एखाद्या कामकरी माशीला पाण्याचा साठा आढळलाच तर ती त्यावरही नासोनॉव्ह ग्रंथीत तयार होणाऱ्या संदेशसंप्रेरकाचा तत्परतेने वापर करून इतर कामकरी माशांच्या ध्यानात पाण्याच्या साठ्याचे ते ठिकाण येईल ह्याची तजवीज करून ठेवते. आपल्या वसाहतीचे प्रवेशद्वार लक्षात यावे म्हणूनही याच संदेश संप्रेरकाचा वापर मधमाशा करत असतात.

नासोनॉव्ह ग्रंथीत तयार झालेल्या संदेशसंप्रेरकाचा वास मधमाशांना आपल्याकडे खेचून घेतो ह्या बाबीचा उपयोग कामकरी माशा अशा विविध तऱ्हांनी करून घेत असतात. ह्या संदेशसंप्रेरकाचा उपयोग मधमाशा आपल्या वसाहतीच्या तापमानाचे नियंत्रण करण्याकडेही करतात.

मधमाशांच्या वसाहतीतील तापमान नेहमी ३३° सेल्सियस ते ३५ सेल्सियसच्या दरम्यान असते. जर बाहेरचे तापमान ह्यापेक्षा जास्त असेल, आणि त्यामुळे आतले तापमानही वाढू लागले, तर मधमाशा वसाहतीवर पाणी शिंपडतात आणि पंखांनी वारा घालतात. ह्यामुळे वसाहतीच्या आतले तापमान खाली येते. ह्याउलट जर बाहेरचे तापमान कमी असेल तर मधमाशा एकमेकींना घट्ट धरून वसाहतीसभोवती एक आच्छादन निर्माण करून वसाहतीचे थंडीपासून रक्षण करतात. थंडीच्या दिवसात वसाहतीतले तापमान एकाएकी वाजवीपेक्षा कमी झाले, तर वसाहतीच्या आतल्या कामकरी माशा वसाहतीच्या आतच नासोनॉव्ह ग्रंथीतले संदेशसंप्रेरक फवारायला सुरुवात करतात. ह्यामुळे बाहेरच्या कामकरी माशांना वसाहतीत एकत्र येण्याचा संदेश मिळतो. ह्याचाच अर्थ नासोनॉव्ह ग्रंथीतील संदेशसंप्रेरकाचा वापर जसा वसाहतीबाहेर होऊ शकतो, तसाच तो वसाहतीच्या आतमध्ये सुद्धा होऊ शकतो.

नव्या वसाहतीची निर्मिती हा तर मधमाशांच्या जीवनक्रमातील अत्यंत महत्त्वाचा टप्पा. फुलांच्या मोसमात वसाहतीमधील माशांच्या संख्येत झपाट्याने वाढ होते. कामकरी माशा वसाहतीत अक्षरशः मावेनाशा होतात. जुनी वसाहत अपुरी पडू लागते. अशा वेळी कामकरी मधमाशांपैकी काहींना घेऊन राणी माशी मूळची वसाहत सोडून जाते (Swarming). वसाहतीचे नैसर्गिक विभाजन होते. मूळ वसाहतीमधून जो समूह बाहेर पडतो तो जवळपासच्या एखाद्या फांदीवर बसतो. नव्या ठिकाणी प्रथम पोहोचणाऱ्या माशा नासोनॉव्ह ग्रंथीच्या संदेशसंप्रेरकाची उधळण करतात. त्यायोगे हवेत फिरणाऱ्या मधमाशांना पहिल्या माशांनी शोधलेले नवे ठिकाण आपोआपच सापडते.

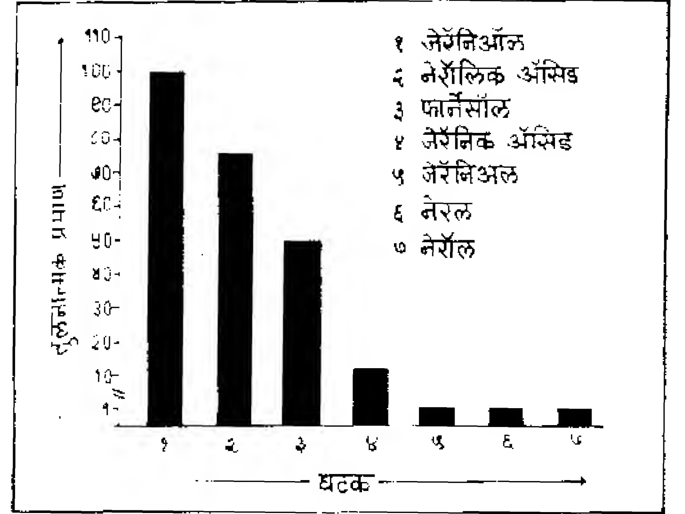
म्हणजे नासोनॉव्ह ग्रंथीत तयार होणारे संदेशसंप्रेरक सभोवतालच्या

मधमाशांना आकृष्ट करण्याचे एकच काम करत असले, तरी त्याचा उपयोग मधमाशांच्या जीवनातील अनेकविध कार्यांसाठी होतो. असा वापर त्या बुद्धीपुरस्सर करतात की त्यांच्याकडून तो तसा अजाणता केला जातो, हे मानवाला अजूनही उमगलेले नाही. पण तऱ्हेतऱ्हेच्या सजीवांच्या जीवनपद्धतींमध्ये सुलभता यावी ह्यासाठी निसर्गाने किती सोयी करून ठेवल्या आहेत, ह्याचे हे एक उत्तम उदाहरण म्हणता येईल.

• •

मधमाशांच्या संदेशसंप्रेरकांवरील संशोधन

मधमाशांच्या जीवनक्रमात नासोनॉव्ह ग्रंथीच्या संदेशसंप्रेरकाचे असाधारण महत्त्व आहे हे जेव्हा वैज्ञानिकांच्या लक्षात आले तेव्हा त्यांनी ह्या ग्रंथीवर आपले लक्ष केंद्रित केले. हे संदेशसंप्रेरक त्यांनी निरनिराळ्या पद्धतींनी मधमाशांपासून मिळविले आणि त्याचे रासायनिक विश्लेषण करून त्यातील घटकांचा त्यांनी छडा लावला. युरोपात आढळणाऱ्या मधमाशांच्या संदेशसंप्रेरकामध्ये सात रासायनिक द्रव्यांचा ठराविक प्रमाणात समावेश असतो. आकृती ११ मधील आलेखावरून त्याची अगदी स्पष्ट कल्पना येईल.



११. नासोनॉव्ह ग्रंथीच्या संदेशसंप्रेरकातील घटकद्रव्ये

संदेशसंप्रेरकाकडून सूचना ग्रहण करणे कीटकांच्या दृष्टीने आवश्यकच असले, तरी संदेशसंप्रेरक नैसर्गिक आहे की कृत्रिम ते ओळखण्याची क्षमता मात्र कीटकांमध्ये अजिबातच नसते. मधमाशाही ह्याला अपवाद कशा असणार ?

चार पाच मधमाशांच्या नासोनॉव्ह ग्रंथींवरून टिपकागदाचा एक छोटासा तुकडा फिरवला तरी त्यात असणारे संदेशसंप्रेरक टिपकागदावर शोषले

जाते. नंतर जेथे फुलोरा नाही तेथे जरी तो टिपकागद ठेवला तरी त्याकडे माशा आकृष्ट होतात. त्याचप्रमाणे प्रयोगशाळेत तयार केलेले कृत्रिम संदेशसंप्रेरक जरी टिपकागदावर असले, तरी त्याकडेही मधमाशा आकृष्ट होताना दिसतात. ह्या निरीक्षणाच्याच आधारे इंग्लंडमध्ये मधमाशांसाठी आमिष (Lure) तयार करण्यात आले. ह्या आमिषाचा वापर करून कामकरी माशांना आकृष्ट करता येते हे ओघानेच आले.

भारतात प्रामुख्याने आढळणाऱ्या सातेळी (*Apis cerana indica F*) जातीच्या मधमाशांमधील नासोनॉव्ह ग्रंथीतील संदेशसंप्रेरकावर अलिकडेच संशोधन झाले आहे. युरोपात आढळणाऱ्या मधमाशांमधील (*Apis mellifera L.*) आणि सातेळी माशांमधील नासोनॉव्ह ग्रंथीतील संदेशसंप्रेरकांमध्ये रासायनिक दृष्ट्या मूलभूत फरक आहे. सातेळी माशांमध्ये नासोनॉव्ह ग्रंथीतील संदेशसंप्रेरकाचा प्रमुख, जवळ जवळ एकमेव घटक नेरल हा असतो. युरोपातील मधमाशांच्या ह्याच संदेशसंप्रेरकात मात्र सात रासायनिक घटक असतात आणि त्यातही नेरलचे प्रमाण अगदीच नगण्य असते. ह्या माहितीच्या आधारावर सातेळी जातीच्या मधमाशांसाठी आपल्याकडेही नुकतीच आमिषनिर्मिती झाली आहे.

कृत्रिम संदेशसंप्रेरकांचा वापर कामकरी माशांना आकृष्ट करणारे आमिष म्हणून केला, तर त्याचा फायदा मधुमक्षिकापालन करणाऱ्यांना नक्कीच करून घेता येईल. एकाच जातीच्या फुलांपासून मिळविलेल्या मधास बाजारात मागणी असते. त्यामुळे अशा मधाला भावही चांगला मिळतो. त्यासाठी फार मोठ्या परिसरात एकाच जातीची झाडे लावणे शक्य नसते. अशा परिस्थितीत आपल्याला हव्या त्या जातीच्या फुलांवरच कामकरी माशांना आकृष्ट करण्यासाठी असे आमिष वापरता येईल. आमिषामुळे त्याच जातीच्या फुलांकडे कामकरी माशांच्या खेपांमध्ये लक्षणीय वाढ होईल. अर्थातच ह्यामुळे वसाहतीत साठणाऱ्या मधाची शुद्धता वाढेल.

सूर्यफूल किंवा करडईसारख्या तेलबियांमध्ये कीटकांच्या माध्यमातून होणाऱ्या परागीभवनात मधमाशांचाही वाटा असतो. आमिषांचा उपयोग केल्यास मधमाशांच्या एकाच पिकावरील खेपा वाढतील. त्यामुळे अमूल्य परागकण वाया जाणार नाहीत. परागीभवन यशस्वी रीतीने होईल. शेतीतील उत्पन्नही भरघोस मिळेल.

• •

राणी माशीचे संदेश संप्रेरक

मधमाशांच्या वसाहतीत अंडी घालण्याचे काम करणारी एकुलती एक माशी असते. पण अंडी घालणे हे तिचे एकमेव काम नसते. तिच्यावर आणखीही काही जबाबदाऱ्या असतात. इतर कामकरी माशांवर तिलाच नियंत्रण ठेवावे लागते. त्याचप्रमाणे वसाहतीमधील सर्वच माशांमध्ये सुरक्षिततेची भावना निर्माण करण्याचे कामही तिचेच असते. ह्या जबाबदाऱ्यांमुळेच तर तिला 'राणी माशी' म्हणतात. तिच्या शिरावर असणाऱ्या जबाबदाऱ्या पार पाडण्यासाठी निसर्गाने तिला एक खास संदेशसंप्रेरक बहाल केले आहे. त्याला 'राणीमाशीचे संदेशसंप्रेरक' (Queen's substance) असे म्हणतात. राणीमाशीच्या तोंडाजवळील ग्रंथीमध्ये त्याची सतत निर्मिती होत असते. ह्या संदेशसंप्रेरकामुळे राणीचे अस्तित्व कामकरी माशांना जाणवत राहते. त्यामुळे ह्या नियंत्रणाखालीही राहतात आणि त्यांच्यामध्ये सुरक्षिततेची भावनाही निर्माण होते.

जगातील, आणि भारतातीलही, संशोधकांनी ह्या वैशिष्ट्यपूर्ण संदेशसंप्रेरकाचे महत्त्व ओळखले आणि त्याचे रासायनिक विश्लेषण केले. ह्या संदेशसंप्रेरकाच्या प्रमुख घटकाच्या संरचनेत कार्बनच्या दहा अणूंची शृंखला असते. रासायनिक दृष्ट्या ते एक आम्ल आहे, आणि ते कृत्रिम रीत्या प्रयोगशाळेत मोठ्या प्रमाणावर मिळवण्यात संशोधकांना यशही लाभले आहे. ह्यामुळे हे आम्ल वेगवेगळे प्रयोग करण्यासाठी पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध झाले. अशी निर्मिती झाली नसती तर प्रयोगासाठी लागणारे संदेशसंप्रेरक राणीमाशी मारून मिळवावे लागले असते. प्रत्येक वसाहतीत एकच राणीमाशी असल्याने हवे तितके संदेश संप्रेरक ह्या मार्गाने उपलब्ध होणे कठीण झाले असते.

मधुमक्षिकापालन हा एक किफायतशीर कुटिरोद्योग समजला जातो. ठराविक आकाराच्या पेट्यांमध्ये मधमाशांच्या वसाहती पाळलेल्या असतात (आकृती १२). ह्या पेट्यांची नियमितपणे देखभाल करावी लागते. काही वेळा पेट्यांची स्वच्छता करताना, डागडुजी करताना किंवा अपघाताने राणी माशीचा मृत्यू झाला, तर अर्थातच राणीमाशीच्या संदेशसंप्रेरकाची निर्मिती थांबते. कामकरी माशांवरील नियंत्रण सुटते. त्यांना सुरक्षित वाटेनासे होते. मग त्या सैरभैर होतात आणि उडून इतरत्र जातात. बऱ्याच वेळेला अशा वसाहती नष्ट होतात. पेट्या रिकाम्या पडतात. त्यामुळे मधोत्पादन करणाऱ्या

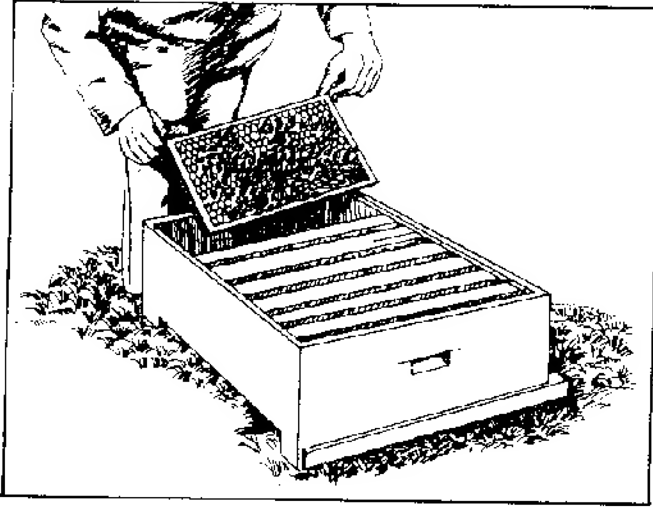
कृत्रिम मधुमक्षिका पालन

मधमाशांच्या काही वसाहतींमधून राणी माशा मुद्दाम काढून घेऊन तिच्याऐवजी राणी माशीच्या कृत्रिम संदेशसंप्रेरकाचा लेप दिलेल्या छोट्या छोट्या गोळ्या प्रत्येक वसाहतीत एक ह्याप्रमाणे ठेवण्यात आल्या. राणी माशीची गैरहजेरी कामकरी माशांना तीन आठवड्यांहून अधिक काळपर्यंत जाणवली नाही. म्हणजेच राणी माशी जरी नष्ट पावली तरी काही काळपर्यंत राणी माशीचे कृत्रिम संदेशसंप्रेरक वापरून वसाहतींची संभाव्य वाताहत टाळणे शक्य आहे. ह्याच काळात एकीकडे कामकरी माशांनी जमविलेले शाही अन्न (Royal jelly) छोट्या अळ्यांना देऊन प्रयोगशाळेत राणी माशीची निर्मितीही करता येईल. अशा तऱ्हेने निर्माण केलेली राणी योग्य पद्धतीने संदेश संप्रेरकांच्या साहाय्याने सांभाळलेल्या वसाहतीत सोडता येते. नवी राणी वसाहतीला मिळाली की तेथील जीवन पूर्ववत् सुरू होण्यास प्रत्यवाय येणार नाही.

राणी माशीच्या कृत्रिम संदेशसंप्रेरकाचा आणखीही एक उपयोग होऊ शकेल.

फुलांच्या मोसमात मकरंद आणि परागकण खूप मोठ्या प्रमाणावर मिळतात. तेव्हाच राणी माशीचे अंडी घालण्याचे प्रमाणही वाढते. कामकरी माशा खूप मोठ्या संख्येने तयार होऊ लागतात. हळूहळू त्या वसाहतीमध्ये मावेनाशा होतात. राणी माशीला अंडी घालण्यासही जागा नाही अशी अवस्था येते. मधुमक्षिकापालन करणारा एखादा जागरूक उद्योजक अशा वेळी वसाहतीचे विभाजन करतो. विभाजन करताना प्रश्न उभा राहतो तो राणी माशीचा ! राणी माशी एकच असल्याने तिचे विभाजन करणे शक्यच नसते. ह्याही परिस्थितीत राणी माशीचे कृत्रिम संदेशसंप्रेरक कामी येऊ शकेल.

कीटकनाशकांमुळे मधमाशांना होणारी विषबाधा मधोत्पादकांना चांगलीच अडचणीत आणते. मधमाशांच्या वसाहतींच्या भोवती किंवा ज्या वनस्पतींच्या फुलांपासून मकरंद गोळा केला जातो, त्यांच्यावर काही वेळेला कीटकनाशके फवारली जातात. त्या विषारी द्रव्यांचे कण कामकरी माशांच्या अंगाला चिकटून वसाहतीमध्ये आले तर त्यामुळे वसाहतीमधील माशांना विषबाधा होऊन त्या मृत्युमुखी पडू शकतात. अशा वसाहतींमधील मधही विषारी असू शकतो.



१२. मधुमक्षिका पालनासाठीची पेटी

उत्पादकांचे नुकसान होते. अशा बिकट प्रसंगी प्रयोगशाळेत कृत्रिम रीतीने बनविलेले राणी माशीचे संदेशसंप्रेरक कामी येते.

• •

मधमाशांना अशी कीटकनाशकांपासून विषबाधा होऊ नये, ह्यासाठी सध्या तरी जगात कुठेही, कसलेही उपाय केले जात नाहीत. केवळ योगायोगावरच अशा गोष्टी सोडून दिल्या जातात. मधोत्पादकांच्या ह्या समस्येवरही संदेशसंप्रेरक हेच उत्तर आहे. कामकरी माशा जेव्हा संकटात सापडतात तेव्हा धोका दर्शविणारे संदेशसंप्रेरक शरीराबाहेर सोडतात. ह्या द्रव्यामुळे इतर कामकरी माशांना धोक्याची सूचना मिळते आणि त्या दूर जातात. भारतीय मधमाशांमधील ह्या संदेशसंप्रेरकाचा अभ्यास जरी पूर्ण झालेला नसला तरी युरोपात सापडणाऱ्या मधमाशांच्या ह्या संदेशसंप्रेरकाच्या संबंधातील निष्कर्ष हाताशी आहेत. शेतामध्ये कीटकनाशक फवारताना त्यामध्ये मधमाशांना धोक्याची जाणीव करून देणारे संदेशसंप्रेरकही फवारले गेले तर काही काळपर्यंत मधमाशा त्या परिसरात येणार नाहीत आणि त्यांना होणारी संभाव्य विषबाधा टाळता येईल.

मधमाशांमध्ये असणारी संदेशसंप्रेरके बिनविषारी आहेत. त्यामुळे ती वापरायला सुरक्षित आहेत. शिवाय ती अत्यंत अल्पप्रमाणात वापरावी लागतात. त्यामुळे त्यांच्यावरचा खर्च फारसा असणार नाही, अशी अपेक्षा आहे.

आजकाल पर्यावरणाचा ऱ्हास होऊ नये ह्याविषयी सगळीकडेच जागरुकता वाढत आहे. खते, तणनाशके, रसायने, कीटकनाशके, धूर, इत्यादींपासून होणारे प्रदूषण कसे थांबवता येईल ह्यावर अविरत संशोधन चालले आहे. अशा परिस्थितीत मधोत्पादनाच्या उद्योगात इतर धोकादायक रसायनांऐवजी संदेशसंप्रेरकांचा वापर करण्याची सूचना केली, तर ती स्वागतार्ह ठरावी.

• •

कीटकनियंत्रणासाठी कृत्रिम संदेशसंप्रेरक

एकमेकांशी संपर्क साधण्यासाठी कीटक संदेशसंप्रेरकांचा उपयोग करतात हे लक्षात आल्याने कृत्रिम संदेशसंप्रेरक वापरून कीटकनियंत्रण करण्याची कल्पना सुचली. त्यासाठी कीटकांच्या शरीरात निसर्गतः मिळणाऱ्या संदेशसंप्रेरकांचे रासायनिक गुणधर्म अभ्यासणे आणि त्यांची रासायनिक संरचना शोधून काढणे क्रमप्राप्तच होते. त्याकरिता संशोधनाची पहिली पायरी होती कीटकांच्या शरीरात निसर्गतःच तयार होणारी संदेशसंप्रेरके कीटकांपासूनच शुद्ध स्वरूपात मिळवण्याची. संशोधकांनी त्या दिशेने पावले टाकावयाला सुरुवात केली.

मुळातच कीटकांचा आकार लहान असतो. त्यातून संदेशसंप्रेरके अत्यल्प प्रमाणात सोडली जातात आणि त्याहीपेक्षा अडचणीत आणणारी गोष्ट म्हणजे त्यांचे बाष्पीभवन फार चटकन होते. ह्या सर्व गोष्टींमुळे संदेशसंप्रेरके कीटकांपासून शुद्ध स्वरूपात मिळवणे खूपच जिकीरीचे काम होते. म्हणून संदेशसंप्रेरके गोळा करण्यासाठी खास प्रयत्न करावे लागले. त्यातून काही नवीन, वैशिष्ट्यपूर्ण तंत्रेही उदयास आली.

आपणाला हव्या त्या जातीचे कीटक मोठ्या प्रमाणावर गोळा करून ॲसिटोनसारख्या प्रभावी द्रावकामध्ये टाकून त्यात जी रसायने विरघळतील त्यातून संदेशसंप्रेरके मिळवण्याचे प्रयत्न झाले. परंतु अशा प्रयोगातून संदेशसंप्रेरकांबरोबरच कीटकाच्या शरीरातील इतरही बरीच द्रव्ये विरघळली जात. ह्या मिश्रणातून संदेशसंप्रेरक वेगळे काढणे अवघड जाई. ह्यावर उपाय म्हणजे कीटक चिमट्यात धरून त्यावर थोडेसे द्रावक ओतले जाई. पण ह्या पद्धतीत कीटकाच्या शरीरावर असणारी संदेशसंप्रेरके द्रावणात जात असत. ही पद्धतदेखील फारशी समाधानकारक नव्हती.

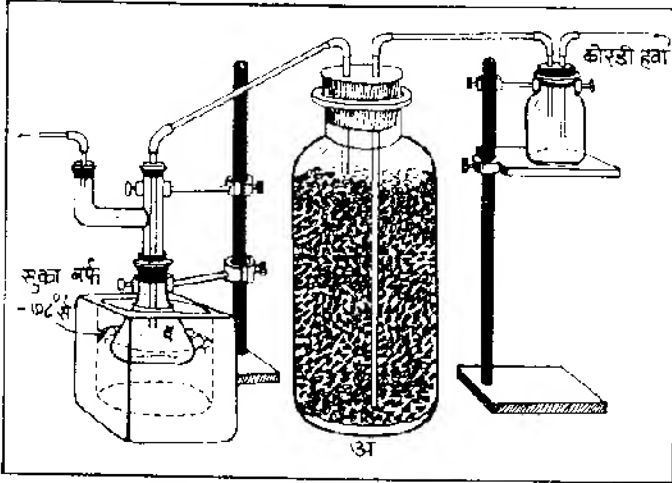
संदेशसंप्रेरक वेगळे करण्याच्या एका पद्धतीत पिंजऱ्यामध्ये टिपकागद ठेवून त्यावर कीटक सोडण्यात येई. कीटकांनी बाहेर टाकलेली रसायने टिपकागदावर शोषली जात. टिपकागदात गोळा झालेली संदेशसंप्रेरके नंतर उचित अशा द्रावणात विरघळवून मिळवण्यात येत असत.

मारलेल्या कीटकांचा ठेचून लगदा करून तो द्रावकामध्ये बुडवला तर त्यापासूनही काही संदेशसंप्रेरके मिळवणे शक्य असते. अशा लगद्यांमधून संदेशसंप्रेरक मिळवणे सुलभ व्हावे म्हणून तो लगदा सोडियम सल्फेट अथवा सिलिका जेल ह्यासारख्या रासायनिक दृष्ट्या निष्क्रिय पदार्थांमध्ये मिसळून

नंतर उचित अशा द्रावकामध्ये बुडवून ठेवायला लागतो अथवा कीटकांवर शस्त्रक्रिया करून त्यांच्या शरिरातील ग्रंथी काढून घेऊन थेट द्रावकामध्ये टाकता येतात.

ह्या सर्व पद्धतींमध्ये संदेशसंप्रेरक द्रावकामध्ये विरघळवणे हे उद्दिष्ट असते. कारण रासायनिक विश्लेषण करण्यासाठी हवे तेव्हा संदेशसंप्रेरक अशा द्रावणांपासून मिळवता येते.

झुरळांच्या माद्यांपासून विशिष्ट संदेशसंप्रेरक मिळवण्यासाठी सुमारे दहा हजार मादी-कीटकांची जरूरी होती. इतक्या मोठ्या संख्येने गोळा केलेले कीटक व्यवस्थित हाताळता यावेत, त्याचप्रमाणे त्यांची संदेशसंप्रेरके शक्य तितक्या शुद्ध स्वरूपात मिळवता यावीत ह्यासाठी उपकरणांची वैशिष्ट्यपूर्ण रचना करण्यात आली (आकृती १३).



१३. मादी झुरळांचे संदेशसंप्रेरक मिळवण्याचा प्रयोग

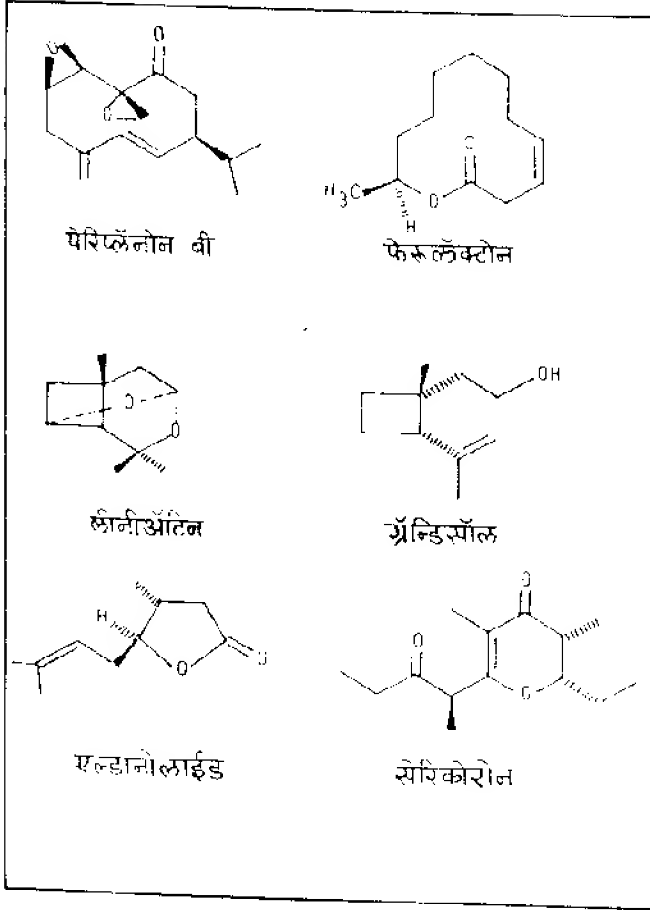
पन्नास लिटर्स क्षमता असणाऱ्या बरणीच्या आकाराच्या एका भांड्यात (अ) झुरळांच्या दहा हजार माद्या ठेवण्यात आल्या. त्या भांड्याचे तोंड घट्ट बंद करण्यात आले आणि आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे काचेच्या दोन नळ्या बसवण्यात आल्या. तळापर्यंत जाणारी नळी कोरड्या हवेच्या सिलिंडरला जोडण्यात आली, तर वरच्या भागापर्यंतच पोचणारी नळी सुक्या बर्फात (Dry ice) (घन अवस्थेतील कार्बन डाय ऑक्साईड) ठेवून -७८° सें. ला थंड केलेल्या (ब) ह्या चंबूत सोडण्यात आली. सिलिंडरमधील कोरडी हवा (अ) ह्या भांड्यात तळाशी सोडली की झुरळांच्या माद्यांच्या अंगावरून जाऊन वरच्या बाजूला असणाऱ्या नळीत शिरली, आणि (ब) ह्या चंबूत जाते. त्यामुळे हवेबरोबर त्यांच्या शरीरातील संप्रेरकही (ब) ह्या चंबूत जाते. तेथील -७८° से. इतक्या कमी तापमानामुळे चटकन द्रवीभूत झाले.

तात्पर्य, नैसर्गिक रीतीने कीटकांच्या शरीरातच तयार झालेले संदेशसंप्रेरक विविध रीतीने मिळवता येते. इतका आटापिटा करून मिळवलेल्या मिश्रणाचे तनुस्तर वर्णलेखन (Thin layer chromatography), बाष्पावस्था वर्णलेखन (Vapour phase chromatography), उच्च कार्य द्रव वर्णलेखन (High performance liquid chromatography) ह्यासारख्या अत्याधुनिक पद्धतींनी शुद्धीकरण करता येते.

एकदा का संदेशसंप्रेरकात असणारे घटक शुद्ध स्वरूपात हातात आले की अतिनील वर्णपटमापक (Ultra-violet spectrometer), अवरक्त वर्णपटमापक (Infra-red spectrometer), आण्विक चुंबकीय अनुस्पंदन वर्णपटमापक (Nuclear magnetic resonance spectrometer) आणि वस्तुमान वर्णपटमापक (Mass spectrometer) अशा अद्ययावत् उपकरणांद्वारे परीक्षण करता येते. अशा परीक्षणांमधून जी माहिती मिळते, त्याद्वारे संदेशसंप्रेरकाचे संरचना सूत्र शोधून काढता येते.

नंतर त्या रसायनांची निर्मिती प्रयोगशाळेत कृत्रिम रीतीने करण्यासाठी प्रयोग केले जातात आणि संशोधकांच्या अथक परिश्रमांचे चीज होऊन कृत्रिम संदेशसंप्रेरक त्यांच्या हातात येते. आतापर्यंत संशोधकांनी शेकडो वेगवेगळी संदेशसंप्रेरके प्रयोगशाळेत कृत्रिम रीतीने तयार केली आहेत. त्यांच्या संरचनेतील क्लिष्टतेची कल्पना यावी म्हणून काही संदेशसंप्रेरकांची सूत्रे आकृती १४ मध्ये दाखविण्यात आली आहेत.

प्रयोगशाळेत तयार केलेले कृत्रिम संदेशसंप्रेरक इतके हुबेहुब असते की योग्य त्या प्रमाणात ते कीटकांजवळ सोडले, तर कीटकांना त्यापासून संदेशदेखील मिळतो, आणि त्या संदेशाप्रमाणे ते कृतीही करतात.

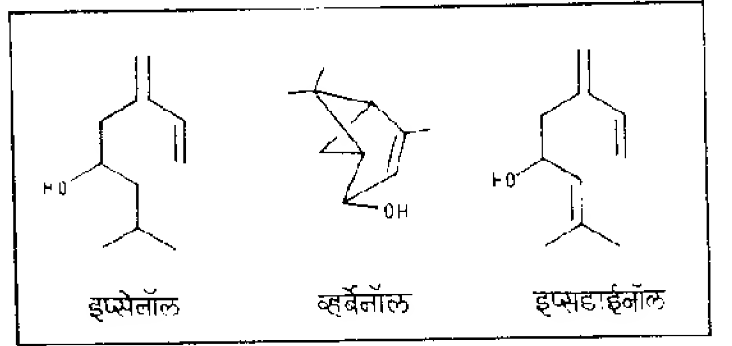


१४. काही संदेशसंप्रेरकांची संरचनासूत्रे

संदेशसंप्रेरकांचे अंतरंग

संदेशसंप्रेरकांची जी माहिती आपण आतापर्यंत पाहिली, त्यावरून प्रत्येक प्रकारच्या संदेशासाठी कीटक एखादे संदेशसंप्रेरक म्हणून विवक्षित रसायनच वापरत असतील अशी गैरसमजूत होण्याची शक्यता आहे. संदेशसंप्रेरकांच्या अभ्यासाच्या आरंभीच्या कालखंडात वैज्ञानिकांनी जी निरीक्षणे केली होती, त्यावरून त्यांनाही त्या वेळी तसेच वाटत होते. तथापि प्रत्यक्षात अनेक संदेशसंप्रेरकांच्या बाबतीत हे विधान गैरलागू ठरते. कारण त्यातील प्रत्येक संदेशसंप्रेरक म्हणजे काही ठराविक रासायनिक पदार्थांचे विशिष्ट प्रमाणात मिश्रण असते.

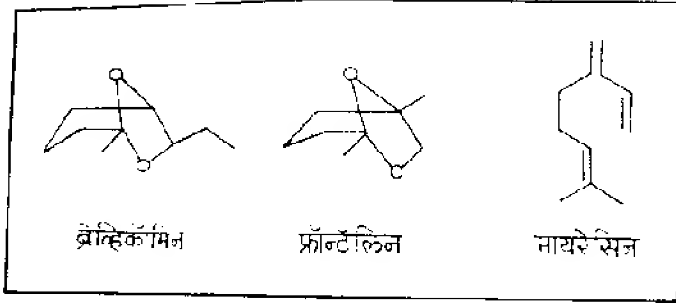
१९६६मध्ये बार्क बीटल जातीच्या नरांमध्ये त्याच्या इतर जातिबांधवांना आकृष्ट करणारे संदेशसंप्रेरक इप्सेनॉल, व्हर्बेनॉल आणि इप्सडाईनॉल ह्या तीन वेगवेगळ्या घटकांच्या मिश्रणाने बनले असल्याचे प्रथम समजले (आकृती १५). ह्या संदेशसंप्रेरकाचे आणखीही एक वैशिष्ट्य



१५. तीन घटकांच्या मिश्रणाने बनलेले संदेशसंप्रेरक

होते. तेच संदेशसंप्रेरक त्याच्यावर ताव मारणाऱ्या ब्लॅक बेलिअर क्लेरिड ह्या त्याच्या शत्रूला त्याचा ठावठिकाणाही सांगत होते. एकाच संदेशसंप्रेरकाचे उपयोग दोन निरनिराळ्या जातीच्या प्राण्यांना निरनिराळे असणारी निसर्गात अशी कितीतरी उदाहरणे आहेत.

संदेशसंप्रेरकांमध्ये एकापेक्षा अधिक द्रव्ये असण्याचा आणखी एक वैशिष्ट्यपूर्ण प्रकार डेंड्रॉक्टॉनस बीटलमध्ये दिसतो. हे कीटक पाईनच्या झाडावर आढळतात. ह्या कीटकांना एकत्र येण्याचा संदेश देणारे संदेश संप्रेरक तीन



१६. डेंड्राक्टॉनस बीटलचे संदेशसंप्रेरक

द्रव्यांनी मिळून बनलेले असते (आकृती १६). ह्या तीन द्रव्यांपैकी ब्रेव्हिकॉमिन मादीच्या शरीरातून बाहेर पडते, फ्रॉन्टॅलिन नराच्या शरीरातून टाकले जाते, तर मायरेसिन पाईनच्या झाडातून येते. तिन्ही द्रव्ये एकत्र आली की त्यांच्या मिश्रणाच्या विशिष्ट वासामुळे सभोवतालच्या इतर बीटल्सना गोळा होण्याचा संदेश मिळतो. काही वेळातच हजारो बीटल्स तेथे गोळा होतात, आणि बघता बघता पाईनच्या वृक्षाचा फन्ना उडवतात.

आतापर्यंत ज्यांच्या रासायनिक संरचनेचा शोध लागला आहे अशा संदेशसंप्रेरकांची सूत्रे बघितली, तर बहुतांश संदेशसंप्रेरकांमध्ये एकापेक्षा अधिक रासायनिक द्रव्ये असलेली आपल्याला दिसतील. ही रसायने सुटी सुटी वापरली तर ती अपेक्षित संदेश देऊ शकत नाहीत. पण मिश्रणाच्या स्वरूपात संदेश देण्याचे कार्य ती उत्तम तऱ्हेने करतात. मिश्रणाच्या स्वरूपात काम करणाऱ्या संदेशसंप्रेरकातल्या प्रत्येक घटकाचे नेमके कार्य काय असते, हे अजून स्पष्ट झाले नाही.

• •

संदेशसंप्रेरकांचा पल्ला

हवा स्थिर असेल आणि सभोवतालचे पदार्थ संदेशसंप्रेरकांचे रेणू शोषून घेत नसतील, तर कीटकाच्या भोवताली किती अंतरापर्यंत हे संदेश कार्यक्षम राहतील हे सहज आजमावता येते. ह्यासाठी कीटक दर सेकंदाला संदेशसंप्रेरकाचे किती रेणू उत्सर्जित करतो, हे बघावे लागते. तसेच संदेश समजण्यासाठी एका घनसेंटिमीटर जागेत संदेशसंप्रेरकाचे कमीत कमी किती रेणू असणे आवश्यक असते हेही शोधावे लागते. ह्या दोन गोष्टी समजल्या की त्यावरून कीटकासभोवतीच्या किती जागेत संदेशसंप्रेरक कार्यप्रवण रहाते (Active space) ते सांगता येते.

मुंग्यांमधील धोका दर्शवणाऱ्या संदेशसंप्रेरकाचा अभ्यास केला, तेव्हा मुंगीभोवतीच्या दहा सेंटिमीटर त्रिज्येच्या गोलाइतकी जागा संदेशसंप्रेरकाच्या दृष्टीने कार्यप्रवण असते, हे दिसते. रेशमाच्या किड्यांच्या बाबतीत संदेशसंप्रेरक काही किलोमीटर व्यासाच्या गोलाइतक्या प्रचंड जागेत कार्यप्रवण असल्याचे दिसून आले आहे.

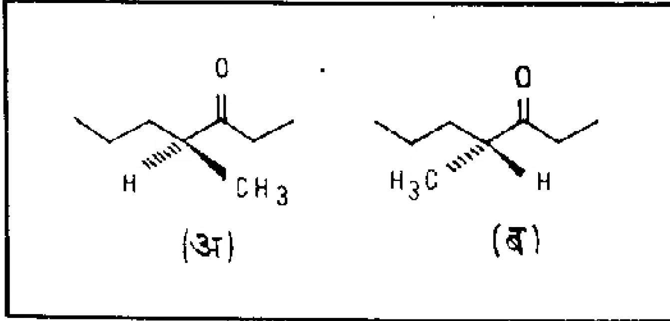
निरनिराळ्या कीटकांभोवतालची किती जागा संदेशसंप्रेरक कार्यप्रवण असते, ह्याची पाहणी केली तेव्हा कार्यप्रवण जागेची त्रिज्या काही मिलिमीटरपासून काही किलोमीटरपर्यंत असू शकते, असे सिद्ध झाले आहे.

• •

संदेशसंप्रेरकांमधील त्रिमितीय समघटकता

ज्या रासायनिक द्रव्यांमधील अणूंची जोडणी सारखीच असते, पण त्यांची त्रिमितीय रचना मात्र भिन्न असते, अशा द्रव्यांना एकमेकाचे त्रिमितीय समघटक (Stereoisomers) म्हणतात. ह्यातील एका त्रिमितीय समघटकाची संरचना ही दुसऱ्या समघटकाच्या संरचनेच्या प्रतिबिंबाप्रमाणे असते. दोन्ही त्रिमितीय समघटकांचे भौतिक गुणधर्म एकसारखे असतात, बरेचसे रासायनिक गुणधर्मही एकसारखेच असतात, पण काही रासायनिक गुणधर्मांच्या बाबतीत मात्र वेगळेपणा असतो. अशा द्रव्यांचे संरचनासूत्र लिहिण्याची संकेतपद्धतीही निराळी आहे.

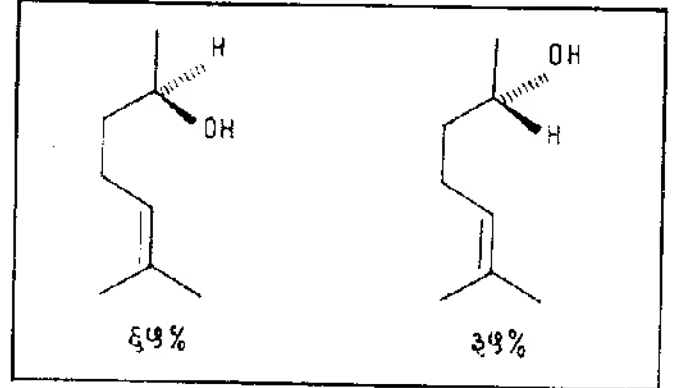
ॲटा टेक्साना जातीच्या मुंग्यांमधील धोका दर्शविणाऱ्या संदेश संप्रेरकाचे रासायनिक संरचना सूत्र आकृती १७ (अ) मध्ये दाखवले आहे. आकृती क्र. १७ (ब) मध्ये अन्य एका रसायनाचे संरचना सूत्र दाखवले आहे. ह्या सूत्रांचे निरीक्षण केल्यास ती एकरूप नाहीत, ती एकमेकाच्या प्रतिबिंबासारखी आहेत, हे आपल्या ध्यानात येईल. म्हणजेच ते एकमेकांचे त्रिमितीय समघटक आहेत.



१७. त्रिमितीय समघटक : प्रतिबिंबासारखी संरचना

प्रयोगशाळेत ही दोन्ही द्रव्ये अतिशय काळजीपूर्वक, शुद्ध स्वरूपात बनवली. त्या दोन्हींचा उपयोग करून ॲटा टेक्साना मुंग्यांना संदेश देण्याचे वेगवेगळे प्रयोग केले. जे द्रव्य नैसर्गिक संदेशसंप्रेरकाच्या सारखेच म्हणजे आकृती १७ (अ) प्रमाणे आहे, त्यालाच कीटकांनी प्रतिसाद दिला. दुसऱ्या त्रिमितीय समघटकाच्या अस्तित्वाची साधी नोंददेखील त्यांनी घेतली नाही. त्रिमितीय समघटकातील रासायनिक वेगळेपणाबरोबरच ह्या प्रयोगावरून कीटकांच्या स्पर्शिका किती संवेदनाशील असतात आणि त्यांच्यातले संदेशग्रहणाचे तंत्र किती विकसित आहे, ह्याचीही कल्पना येते.

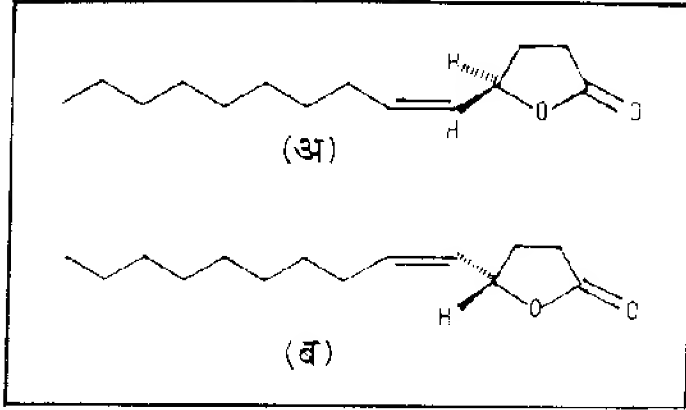
ज्या संदेशसंप्रेरकांचे त्रिमितीय समघटक अस्तित्वात आहेत, त्या सर्वच संदेशसंप्रेरकांच्या बाबतीत त्रिमितीय समघटकांपैकी फक्त एकच घटक काम करतो आणि दुसरा घटक संदेश देण्याचे काम अजिबात करत नाही, असे मात्र नाही. कारण त्यातील काहींमध्ये दोन्ही समघटकांचे प्रमाण वेगवेगळ्या परंतु एका ठरलेल्या प्रमाणातील मिश्रणच संदेशसंप्रेरक म्हणून काम करते. नॅथोट्रिकस सल्कॅटस जातीच्या बीटल्समध्ये एकत्र येण्याचा आदेश देणाऱ्या संदेशसंप्रेरकामध्ये दोन्ही त्रिमितीय समघटक ६५:३५ ह्याच प्रमाणात असतात (आकृती १८).



१८. दोन्ही त्रिमितीय समघटकांचे मिश्रण

आणखीही एक वेगळा प्रकार येथे नमूद करता येईल. त्रिमितीय समघटकांपैकी एक संदेश देण्याचे काम करतो, तर दिलेला संदेश रोखून धरण्याचे किंवा न पोहोचविण्याचे कार्य दुसरा करतो. त्यामुळे अशा संदेशसंप्रेरकांच्या त्रिमितीय समघटकांचे मिश्रण वापरले, तर संदेश देताच येत नाही. बीटलसवर्गीय कीटकांच्या पॉपिला जॅपोनिका जातीत हा अनुभव आला. इतर जातीबांधवांना आकृष्ट करून घेणारे संदेशसंप्रेरक तयार केल्यानंतर त्याच्या साहाय्याने प्रयोग केला तेव्हा काही केल्या संदेश घेतला जाईना.

विशेष काळजी न घेता साध्या पद्धतीने ते संदेशसंप्रेरक तयार केल्याने त्यात दोन्ही समघटक निम्मे निम्मे होते (आकृती १९). पण जेव्हा एकच त्रिमितीय



१९. पॉपिला जापोनिकाचे संदेश संप्रेरक

समघटक (आकृती १९ ब) काळजीपूर्वक, शुद्ध स्वरूपात तयार करण्यात आला, तेव्हा मात्र त्याच्या साहाय्याने कीटकांना अपेक्षित संदेश देता आला.

त्रिमितीय दृष्ट्या शुद्ध, मिश्रणरहित संदेशसंप्रेरकांच्या अभ्यासाला १९७० नंतर सुरुवात झाली असली, तरी आजपर्यंत शंभराहूनही अधिक त्रिमितीय समघटक असणारी संदेशसंप्रेरके शुद्ध, मिश्रणरहित अशी तयार करण्यात संशोधकांना यश लाभले आहे.

• •

कृत्रिम संदेशसंप्रेरकांचे उपयोग

प्रयोगशाळेत संदेशसंप्रेरक कृत्रिम रीतीने तयार करण्यात जसजसे यश मिळू लागले, तसतसा कृत्रिम संदेशसंप्रेरकांचा वापर कितपत यशस्वी ठरतो हे पाहण्यात संशोधकांना स्वारस्य वाटू लागले. काही कृत्रिम संदेशसंप्रेरकांच्या शेकडो चाचण्या नानाविध कीटकांवर घेतल्या गेल्या. त्यातूनच काही कृत्रिम संदेशसंप्रेरकांची निर्मिती व्यावसायिक दृष्टिकोनातून फायद्याची ठरेल का, असा विचार पुढे आला. आणि काहींची निर्मिती व्यापारी स्तरावर होऊन त्यांचा वापरही झाला.

कधी कधी एखाद्या भूभागात काही ठराविक कीटक आहेत किंवा नाहीत ह्याची खातरजमा करून घेण्याची आवश्यकता भासते. ह्या संदर्भात अमेरिकेतील सफरचंदावर पडणाऱ्या किडीचा उल्लेख करता येईल. ह्या किडीमध्ये पाच वेगवेगळ्या प्रकारचे कीटक असत. ही कीड सातत्याने पडत नसे. तिचा प्रादुर्भाव कधीमधीच होत असे. पण तिच्यापासून सफरचंदाच्या लागवडीचे संरक्षण व्हावे, म्हणून कीटकनाशके मात्र सतत फवारावी लागत. कारण कीड कधी पडेल याचा नेम नव्हता. कीटकनाशकाच्या फवारणीसाठी होणारा खर्च हा शेतकऱ्यांच्या दृष्टीने काळजीची बाब तर होतीच, पण विषारी पदार्थांची फळावर होणारी सततची फवारणी हा टीकेचा आणि चिंतेचा विषय ठरला होता. ह्या पार्श्वभूमीवर संदेशसंप्रेरकाची चाचणी घेण्यात आली.

त्या उपद्रवी कीटकांना एकत्र येण्याची सूचना देणारी कृत्रिम संदेशसंप्रेरके असलेल्या पेट्या (Pheromone traps) सफरचंदाच्या बागांमध्ये जागोजागी ठेवण्यात आल्या. किडीचा प्रादुर्भाव व्हायला सुरुवात झाली की थोडेफार तरी कीटक संदेशसंप्रेरकांच्या पेट्यांमध्ये सापडत. लगेचच कीटकनाशकांची फवारणी करून कीड नियंत्रणाखाली आणण्यात येत असे. ह्यामुळे किडीचा नाश होत असे आणि पेट्यांमध्ये किडे आढळणे बंद होई. असे झाले की पुन्हा त्या पेट्यांमध्ये किडे सापडेपर्यंत फवारणी बंद ठेवण्यात येई. परिणामी कीटकनाशकांचा खर्च जवळजवळ निम्म्यावर आला.

संदेशसंप्रेरकांच्या उपयोगासंबंधी आणखीही एक उदाहरण देता येईल. मीलनासाठी विरुद्ध लिंगाच्या कीटकांना आकृष्ट करू शकणाऱ्या बऱ्याचशा मीलनसंदेशसंप्रेरकांची निर्मिती प्रयोगशाळांमधून करण्यात आली आहे. ह्यापैकी एखादे संदेशसंप्रेरक पेट्यांमध्ये ठेवून पेटीत कीटक पकडण्याची व्यवस्था केली तर फक्त नर कीटक किंवा मादीकीटक पेटीकडे आकृष्ट होऊन पकडले

जातात. परिणामत: कीटकांचे पुनरुत्पादन थांबून कीटकांची संख्या आटोक्यात येते असा प्रयोग अर्जिरोटिनिया वेल्युटिनाना जातीच्या पतंगाच्या नियंत्रणाखाली करण्यात आला होता.

ह्याच पद्धतीचा वापर करून युरोपियन अेल्म बार्क बीटल्सना चिकट पदार्थ लावलेल्या पुठ्ठ्यांवर आकृष्ट करण्यात आले होते. पुठ्ठ्यावरील चिकट पदार्थात मादीचे कृत्रिम संदेशसंप्रेरक मिसळण्यात आले होते. आकृष्ट झालेले कीटक पुठ्ठ्यावर चिकटून बसल्याने मृत्युमुखी पडले (आकृती २०). त्यांचा



२०. कृत्रिम संदेशसंप्रेरकाने आकृष्ट झालेले कीटक

असा बीमोड केल्यानंतर पुन्हा त्यांचा प्रादुर्भाव तर झाला नाही ना, हे तपासण्यासाठी कृत्रिम संदेशसंप्रेरकांचाच उपयोग होत असे.

कीटकांना संदेशसंप्रेरक वापरून आकृष्ट करायचे आणि त्यांना विषमिश्रित अन्नाद्वारे मारायचे ह्या पद्धतीने विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीच्या काळात अनेक ठिकाणी कीटक नियंत्रणाचे प्रयत्न केले गेले. व्हॅनिला, पाणी आणि अमोनिया ह्यांचे मिश्रण वापरून फळमाशांवर नियंत्रण ठेवले गेले. काही आम्लधर्मी सेंद्रिय पदार्थ, वनस्पतींपासून तयार केलेली सुगंधी तेले आणि ग्लिसरीन ह्यांचे मिश्रण असलेले ' क्लेन्सेल ' नावाचे उत्पादन १९३० नंतरच्या काळात बाजारात विकले गेल्याची नोंद आहे. नंतर मात्र बाजारपेठेतील स्पर्धेत ते टिकाव धरू शकले नाही.

• •

प्रदूषणाविना कीटकनियंत्रण

अशाच, केवळ कुतुहलापोटी सुरू झालेल्या निरीक्षणांमधून कीटकांच्या भाषेचे गूढ उकलण्यात संशोधकांना बऱ्याच अंशी यश लाभले आहे. त्यामुळे विज्ञानाच्या क्षेत्रात एक नवे दालन खुले झाले आहे. कीटकांच्या भाषेच्या ह्या अभ्यासास मूलभूत संशोधन असे जरी म्हणावे लागत असले तरी त्याची उपयुक्तता लक्षात घेता ते एक उपयोजित संशोधन आहे, ह्याची कल्पना येते. मूलभूत संशोधन आणि उपयोजित संशोधन ह्यांच्यामधील सीमारेषा फार पुसट असतात असे म्हटले जाते, त्याला संदेशसंप्रेरकांवरील हे संशोधन पुष्टी देणारे ठरेल.

कीटक, मग ते उपयोगी असोत अथवा हानीकारक असोत, त्यांचे नियंत्रण करणे ही मानवापुढे असणारी एक समस्या आहे. आजपर्यंत स्पर्शजन्य (contact) अथवा दैहिक (systemic) कीटकनिवारके वापरून ही समस्या सोडविण्याचा आपण प्रयत्न केला. पण त्यामुळे प्रदूषणाचा भस्मासूर नव्याने आ वासून उभा राहिला. संदेशसंप्रेरके पर्यावरणाला तसा कुठलाही धोका पोहोचवणार नाहीत, हे लक्षात घेता त्यांचा वापर कीटकनियंत्रणासाठी हितावह ठरेल. पण त्यासाठी किती काळ जावा लागेल, हे आताच सांगणे कठीण आहे.

परिशिष्ट

संदर्भसूची

1. Martin Jacobson : Insect Sex Pheromones. Academic press. New York, (1972).

2. H. H. Shorey & John J. Mckelvey Jr.: Chemical control of Insect Behaviour Theory and Applications. John Wiley & Sons, New York, (1977).

3. Morris Rockstein : Biochemistry of Insects. Academic press. New York, (1978).

4. Natalie Angier : Insights into Insects. Span, June 1987.

5. D. G. Naik et. al. : Nasonov Gland Pheromone of Indian Honeybee, Apis cerana indica F.. Journal of Apicultural Research, Vol. 27(4), (1988).

6. D. G. Naik et. al. : Lure Development for Indian Hive Bees. Indian Bee Journal, Vol. 51 (2), (1989).